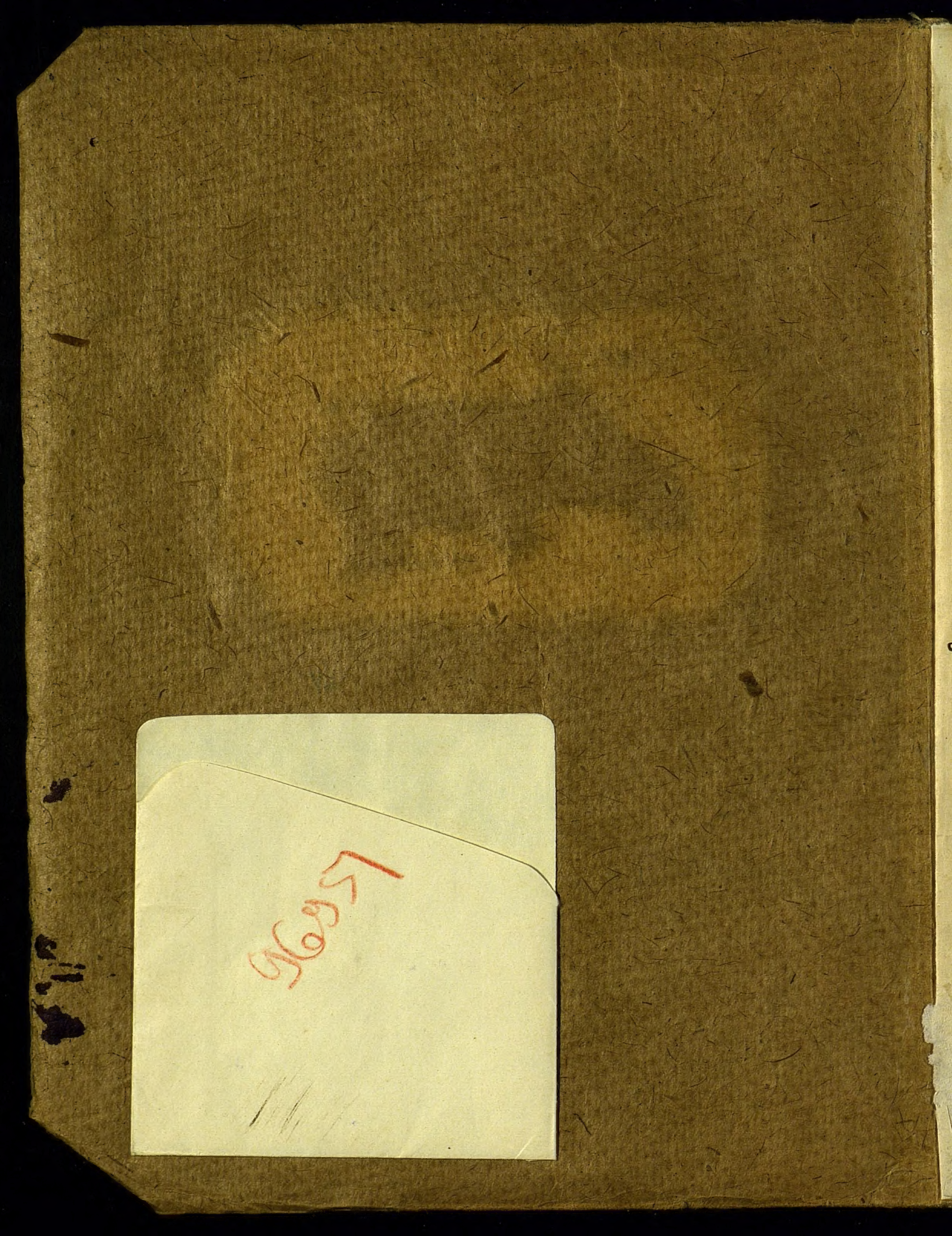
Б. Н. ГОРОДКОВ

ВЕЧНАЯ МЕРЗЛОТА В СЕВЕРНОМ КРАЕ


№957

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ТРУДЫ СОВЕТА ПО ИЗУЧЕНИЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИЛ

СЕРИЯ СЕВЕРНАЯ · ВЫП. 1

Б. Н. ГОРОДКОВ

ВЕЧНАЯ МЕРЗЛОТА В СЕВЕРНОМ КРАЕ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
ЛЕНИНГРАД · 1932

Напечатано по распоряжению Академии Наук СССР

Октябрь 1932 г.

Непременный секретарь академик *В. Волгин*

Редактор издания М. И. Сумгин

Технический редактор С. С. Чернявский.— Ученый корректор М. И. Коровин

Сдано в набор 25 мая 1932 г. — Подписано к печати 16 Октября 1932 г.

109 стр. + 25 фиг. + 1 карта

Формат бум. 72 × 110 см. — 7²/₈ печ. л. — 47853 тип. зн. — Тираж 1500

Ленгорлит № 58607. — АНИ № 263. — Заказ № 1082

Типография Академии Наук СССР. В. О., 9 линия, 12

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ

Работа Б. Н. Городкова по вечной мерзлоте Северного края является первой в этом отношении для севера Европейской части СССР. До сих пор все без исключения исследования вечной мерзлоты в этом крае являлись попутными с какими-либо другими исследованиями — географическими, почвенными, ботаническими и другими. В работе же Б. Н. Городкова вечная мерзлота поставлена на первом плане и уже с ней увязаны другие научные дисциплины.

Исследования автора имели рекогносцировочный характер, но и при этом они дали много ценного. Так вопрос о глубине залегания верхней границы вечной мерзлоты там, где она ежегодно сходится с зимним промерзанием, — можно в первом приближении для исследованного района считать разрешенным. Впервые после Шренка мы узнаем о мощности вечной мерзлоты на севере Европейской части СССР. Строитель и вообще хозяйственник должны учесть, что грунты в исследованном крае зачастую переувлажнены.

Будучи ботаником, автор придал своей работе определенно выраженный ботанический уклон. При определении южной границы вечной мерзлоты он пользуется ботаническими признаками. Так он утверждает, что там, где имеются налицо ассоциации сосновых торфяников — вечная мерзлота уже не встречается. В других вопросах вечной мерзлоты автор, также на основании ботанических признаков, приходит к смелым выводам. Например, он говорит, что в Северном крае для лесных ассоциаций на северном их пределе характерно отсутствие вечной мерзлоты. Точно так же там, где имеются густые ивняки, которые указывают на наличие грунтовых вод, вечной мерзлоты, по мнению автора, также не имеется.

Нам думается, что такие утверждения для Тальбея и Воркуты преждевременны и должны быть надлежаще проверены. В самом деле мощность вечной мерзлоты в этих пунктах 25 и более метров. Автор копал при своих исследованиях ямы самое большее до 3.5 м. Ясно, что при более глубоком шурфовании или при более глубоком бурении может обнаружиться вечная мерзлота там, где ее автор при мелкой шурфовке не находил.

Такая проверка будет предпринята исследовательской партией Комиссии по изучению вечной мерзлоты, отправляемой летом 1932 г.

в бассейн р. Усы для более углубленного изучения вечной мерзлоты, так как эта партия будет оборудована надлежащим буровым инструментом. Равным образом необходимы повторные исследования достаточно глубокой шурфовкой мест, где имеются ассоциации сосновых торфяников.

В отношении южной границы автор считает, что ее следует проводить не включая полосы спорадической вечной мерзлоты в торфяниках, так как, по его мнению, их мерзлое состояние имеет значение только при торфоразработках. Нам наоборот, кажется, что при современном уровне наших знаний, когда мы еще не имеем возможности выделять островов с вечной мерзлотой, следует при определении южной границы включать и острова вечной мерзлоты в торфяниках, так как, например, при сооружении железных и автогужевых дорог важно знать, встретит ли трасса дороги такие острова хотя бы только в торфах. Да и с теоретической стороны интересно, при каких климатических обстоятельствах может накапливаться и сохраняться холод в торфяных грунтах и не сохраняться в грунтах минеральных разностей.

Эти и другие спорные вопросы должны быть разрешены в самом ближайшем времени. Мы думаем, однако, что путь к детальному изучению вечной мерзлоты в Северном крае заключается не в экспедициях, а в устройстве специальной станции по изучению вечной мерзлоты, — станции, хотя бы и небольшой, но работающей круглый год на месте. Не нужно забывать, что некоторые явления, связанные с вечной мерзлотой, могут наблюдаться и исследоваться только зимой. Мы полагаем, что и для работников такой станции книга Городкова будет полезна.

Таким образом, предлагаемая вниманию читателей работа Б. Н. Городкова, несмотря на то, что она явилась результатом рекогносцировочных исследований, несмотря на то, что в ней есть спорные положения — дает ряд выводов для практики и послужит материалом для исследовательских работ в будущем, тем более, что автором использована огромная литература на русском и иностранных языках.

М. Сумгин.

19 апреля 1932 г.

I. ЮЖНАЯ ГРАНИЦА ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ В СЕВЕРНОМ КРАЕ

В настоящее время ни для кого не может быть сомнения в том, что вечная мерзлота имеет большое, иногда определяющее значение для выработки природного ландшафта и является сильным препятствием для хозяйственной деятельности человека. Затруднения, вызываемые вечной мерзлотой в горном деле и в железнодорожном и промышленном строительстве, заставили значительно усилить и углубить исследовательскую деятельность, которая до тех пор слабо поощрялась лишь мелкими хозяйственными потребностями коренного населения севера или теоретической научной любознательностью приезжих и местных исследователей. Результатом работ первой категории явились сведения, собранные при устройстве колодцев или погребов в районах с вечномерзлыми грунтами, примером второй служат экспедиция Миддендорфа и шахта Шергина в Якутске.

Так как техника впервые познакомилась с вечной мерзлотой в Восточной Сибири, обширная литература о ней, существующая в настоящее время, охватывает по преимуществу вечную мерзлоту именно в названной стране. Сведения о вечной мерзлоте к западу от Байкала совершенно ничтожны: они не дают возможности даже с достаточной достоверностью наметить положение ее южной границы. Еще менее сведений о вечной мерзлоте имеется для крайнего северовостока Европы, хотя там произведено не мало географических и геологических исследований. Насколько недостаточны наши познания о вечной мерзлоте бассейна Печоры и других рек севера России, показывает разногласие между картами таких двух знатоков вечной мерзлоты, каковы Сумгин и Шостакович. Между тем как первый (Сумгин, 1927), следуя Ячевскому (1889), на своей карте включает в район вечной мерзлоты все низовье Печоры и бассейн р. Усы, второй (Schostakowitsch, 1927) проводит предел ее восточнее Урала.

Долгое время наиболее существенными сведениями о вечной мерзлоте в северном крае оставались все еще те, которые сообщает Шренк (Schrenk, 1848, стр. 122, 595—597) и Танфильев (1911). Большинство других путешественников на крайнем севере Европы или совсем не упоминает о вечной мерзлоте, или ограничивается отдельными замечаниями о наличии мерзлого грунта на небольшой глубине в тундре. Даже в работах Григорьева, посвященных его поездке в 1921 г. в западную часть

Большеземельской тундры, можно найти лишь одиночные указания на отсутствие мерзлоты в той или другой почвенной яме, да единственное упоминание о промерзлом грунте на небольшой глубине под слоем торфа (Григорьев, 1925, I, стр. 14). А между тем названный исследователь вел специальные геоморфологические и почвенные изыскания в стране, в деле выработки рельефа которой он сам учитывал большое значение вечной мерзлоты (Григорьев, 1924, II, стр. 53). Странным образом еще меньше материалов по интересующему нас вопросу имеется в опубликованных трудах Мезенской экспедиции Управления лесами Народного комиссариата земледелия РСФСР (1929), хотя маршруты экспедиции захватили район, для которого вечная мерзлота указывалась Танфильевым. Приблизительно такого же порядка сведения заключаются и в работах других более ранних исследователей северного края, как например, Руднева (1906), Кулика (1914). Исключение представляет лишь Керцелли (1911), который в своей книге сообщает многочисленные данные о вечной мерзлоте по маршруту от Полярного моря близ Пай-хоя до устья р. Адзьвы. В общем, мы до самых последних лет очень мало подвинулись в познании вечномерзлых грунтов Северного края со времени известных сводок Бэра (Baer, 1855) и Миддендорфа (1862).

Какая же причина препятствовала накоплению сведений о вечной мерзлоте в Северном крае? По нашему мнению, совершенно неразвитая горная промышленность его севернее известного предела. Буровые работы и проходка достаточно глубоких шурфов в заболоченной или вечномерзлой почве сопряжены с такими затратами технических и денежных средств, которые доступны лишь промышленной разведке, но не обычным геологическим или географическим экспедициям. Зато как только начала развиваться горная промышленность в Северном крае, так тотчас же появилась возможность вести исследования и по вечной мерзлоте.

Летом 1931 г. в низовьях Печоры и в бассейне р. Усы работало несколько экспедиций, посланных туда с различными целями Комиссариатом водного транспорта, Комиссией Академии Наук по изучению вечной мерзлоты, Госторгом и другими организациями. Некоторые из этих экспедиций имели специальные задания по исследованию вечной мерзлоты, другие лишь частично занимались ею в связи с основными своими заданиями, но и те и другие сразу доставили большое количество сведений о вечной мерзлоте, позволяющих в настоящее время наметить уже с достаточной точностью схематическую границу ее распространения к югу, иначе сказать, оконтурить с юга район, где вечная мерзлота угрожает строительным работам.

Наша экспедиция возникла по инициативе Угольного института Главного геолого-разведочного управления, который подал в Комиссию Академии Наук по изучению вечной мерзлоты заявление с просьбой организовать изучение мерзлоты в районе угольных разработок бассейна р. Усы.

По первоначальному плану предполагалось пригласить в состав экспедиции трех сотрудников, из которых один должен был заниматься по преимуществу маршрутными исследованиями, связанными с определением южной границы вечной мерзлоты и изучением особенностей ее в разных районах (Б. Н. Городков); другой — стационарным исследованием физических свойств вечномерзлых и талых грунтов в пунктах непосредственного шахтного строительства (И. И. Прокофьев); третий — научно-технический сотрудник (П. С. Мальчевский). По причине задержки кредитов до начала июля штат экспедиции был сокращен до двух лиц: Городкова и Мальчевского.

Экспедиция выехала на Печору через Архангельск 4 июля 1931 г. На Морскую пристань (Куя) прибыли 14 июля, в сел. Усть-Уса на Печоре 20 июля, а на базу Управления рудниками — сел. Адзьва-вом — Городков приехал 29 июля. Мальчевский остался в Усть-Усе, чтобы получить и привезти багаж экспедиции, задержавшийся в пути. После трехдневных работ в Адзьва-вом, не дождавшись багажа, который был получен Мальчевским лишь в середине августа, Городков с тремя рабочими отправился 3 августа вверх по р. Адзьве. На руднике Тальбей пробыли с 8 по 12 августа, а затем отправились обратно. По пути два дня (14—15 августа) провели, занимаясь исследованиями, на культбазе комитета севера при ВЦИК Хоседа-хард. В дальнейшем Городков и Мальчевский с теми же тремя рабочими поднялись бечевой вверх по р. Усе от сел. Адзьва-вом до устья р. Воркуты (2 сентября), сделав по пути однодневную остановку в сел. Фион-пиан. До рудника оставалось еще подняться около 90 км вверх по порожистой р. Воркуте, что заняло время до 7 сентября. Исследования на руднике продолжались до 13 сентября. Так как Городкову было дано поручение Управлением рудников осмотреть Елецкий перевал на Урале и выяснить возможность снабжения рудника на Воркуте со стороны Оби, он 18 сентября с зырянином проводником на двух лошадях выступил из сел. Елец в верховьях Усы на Урал, перешел его и 21 сентября прибыл в Обдорск. Оттуда обычным путем через Тюмень вернулся в Ленинград 14 октября. Мальчевский с багажем экспедиции спустился вниз по Усе и Печоре до Морской пристани, а затем через Архангельск приехал 15 октября в Ленинград.

В связи с отсутствием сведений о вечной мерзлоте на всем пространстве от низовьев р. Печоры до р. Оби одной из задач наших работ мы поставили определение и нанесение на карту южной границы вечной мерзлоты. Одновременно возник также вопрос и о том, на каких основаниях проводить эту границу.

Если мы познакомимся с существующей литературой, мы увидим, насколько разнообразны основания, которыми пользовались при ограничении района вечной мерзлоты различные исследователи. С принципиальной стороны должно прежде всего разделить установленные границы вечной мерзлоты на две категории: на те, которые проводились на основании

климатических особенностей страны, и на те, которые основывались на фактических данных. Первые из них теснейшим образом связаны с представлением о соотношении вечной мерзлоты с современными климатическими элементами. Попытка в этом направлении была сделана Вильдом (1882, стр. 357—358), который считал, что законы температуры почвы дают возможность определить южную границу вечной мерзлоты гораздо надежнее теоретически, чем путем собирания непосредственных наблюдений. За эту границу он принимал годовую изотерму воздуха — 2°. Как справедливо отмечает Сумгин (1927, стр. 100), рассуждения Вильда совершенно не оправдались при последующих исследованиях района вечной мерзлоты. Это и понятно, потому что названный автор пытался подойти к разрешению столь сложного явления, как вечная мерзлота, зависящая от совокупного воздействия множества нередко противоречивых факторов, лишь используя один из этих факторов — средние годовые температуры воздуха и почвы.

Также неудачной оказалась попытка и Шостаковича (Schostakowitsch, 1927, стр. 396—399) провести границу вечной мерзлоты, учитывая два климатические фактора: средние зимние температуры и снеговой покров (для января). По мнению этого автора, вечная мерзлота должна отсутствовать в тех районах, для которых частное от деления упомянутых двух величин не превышает —0.5. На этом основании Шостакович помещает вне области вечной мерзлоты даже такие бесспорные пункты, как Обдорск и северная окраина Большеземельской тундры. Придавая большое значение снеговому покрову в деле защиты почвы от промерзания, т. е. следуя в этом отношении Бэру (Baer, 1855, стр. 678) и Воейкову (1889, стр. 181), Шостакович упускает из виду то обстоятельство, что севернее известного предела снеговой покров, даже если он выпадает в значительном количестве с ранней осени, чего как-раз в тундре не бывает, уже не оказывает столь благоприятного влияния на отепление почвы, способное уничтожить вечную мерзлоту, как в более умеренных широтах, но наоборот помогает сохранению ее, уменьшая период теплого времени. Скопления снега на глубоком севере опасны не только для растительности, как пишет Миддендорф (1867, стр. 634), но и для почвогрунтов. Вместе с тем соображения Воейкова, Шостаковича и других относительно защитного значения снегового покрова, примененные к объяснению режима вечномерзлых грунтов на юговостоке Сибири, могут помочь нам разобраться в распределении вечной мерзлоты вообще на южной окраине ее; необходимо только помнить, что сведения о глубине снега для какой-нибудь местности, сообщаемые метеорологическими станциями, в большинстве случаев не характеризуют действительного состояния снежного покрова. В каждом отдельном случае, предполагая возможность существования вечной мерзлоты, мы должны особенно считаться с узко местными свойствами снегового покрова, но не основываться на средних цифрах, потому что вечная мерзлота может быть на местах, откуда снег зимой

сдувается ветрами, и отсутствовать по соседству на месте снежных скоплений.

Коэффициент Шостаковича уже подвергался критике Сумгина (1929, стр. 29—30) и Григорьева (1930, стр. 63—64). Последний в свою очередь вычисляет „коэффициент мерзлоты“ на основании взаимоотношения отрицательных средних месячных температур, таких же положительных, средней месячной толщины снегового покрова для месяца с максимальной толщиной снега и средних осадков за месяцы с положительной средней температурой. Полученные Григорьевым числа имеют лишь принципиальное преимущество по сравнению со средними температурами Вильда или коэффициентами Шостаковича, но не дают возможности установить с достоверностью наличие вечной мерзлоты в сомнительных случаях или провести ее южную границу. Мы считаем, что сложность явлений, в их совокупности вызывающих существование вечной мерзлоты, не подчиняется простым математическим манипуляциям, и для ограничения области вечной мерзлоты мы должны основываться пока лишь на фактических данных. К попыткам на этих основаниях оконтурить вечномерзлую область мы и переходим.

Время, когда все островки вечной мерзлоты вдоль ее южного предела, все проталины в области ее сплошного распространения будут точно нанесены на карту, как это делается с промышленными целями на небольших участках золотых приисков на Аляске (Серебровский, 1931, стр. 46), придет еще в очень отдаленном будущем. Даже достаточно точное оконтуривание области сплошной вечной мерзлоты и ее более крупных островных массивов трудно осуществимо. Пока ближайшей нашей задачей является нахождение отдельных точек, которые дали бы нам возможность провести достаточно достоверно общую границу распространения вечной мерзлоты. При этом возможен двоякий способ нанесения этой границы на карту: наносить ее по линии сплошной вечной мерзлоты или соединяя крайние острова. Определение области вечной мерзлоты первыми серьезными исследователями этого явления — Миддендорфом и Бэром — основывалось на столь скудных фактических данных, что едва можно было наметить в самых общих чертах лишь приблизительные пределы местностей, откуда были сведения о вечной мерзлоте. Ячевский (1889) смог уже нанести общую схематическую границу распространения вечномерзлой почвы. На позднейшей карте Сумгина (1927, 1931) детализация значительно больше. Кроме общей границы, охватывающей с юга область вечной мерзлоты, и границы района с толщами льда, он выделяет еще области географически сплошной вечной мерзлоты, районы ее с островами талой почвы и районы островов вечной мерзлоты среди талой почвы. Однако, такая детализация возможна лишь на юговостоке Сибири, где за последние годы накопился довольно большой материал в связи с дорожным строительством и горнопромышленными работами. В западной части Сибири и особенно на северовостоке Европы даже отделение области

сплошной вечной мерзлоты от ее островных местонахождений совершенно произвольно за почти полным отсутствием фактического материала.

Вопрос о южной границе вечной мерзлоты в западной половине области ее распространения осложняется еще тем, что здесь эта граница более неопределенна по сравнению с востоком. Континентальный климат и связанное с ним широкое распространение мерзлоты в Восточной Сибири являются причиной, почему там отсутствуют глубокие торфяники, наоборот, весьма распространенные к западу от Енисея. Поэтому вечная мерзлота Восточной Сибири есть почти всегда мерзлота минерального субстрата, не исчезающая там окончательно (за исключением отдельных случаев на крайнем южном своем пределе) даже при удалении торфянистого покрова. На западе создается иное положение. В силу существенной разницы в теплопроводности торфа и минеральных грунтов вечная мерзлота может возникнуть в торфяниках значительно южнее, чем она появится в глинистых почвах или в песках. При этом вечная мерзлота в торфе, хотя бы и продолжающаяся ниже и в подстилающей торфяник породе, не может быть сравниваема с вечной мерзлотой минеральных грунтов, так как она на южном пределе существует лишь при условии сохранения защитного слоя торфа и возникает и разрушается по мере развития торфяника, а иногда и под влиянием деятельности человека. Хорошим примером этого могут служить торфяники с мерзлыми буграми в северной Скандинавии, так называемые Palsen, динамику которых описывает Фрис (Fries, 1913, стр. 193—200). Если бы стали проводить границу области вечной мерзлоты по южным участкам мерзлых торфяников, мы должны были бы ее продвинуть значительно дальше к югу и западу, включив в область распространения вечной мерзлоты местности, по физикогеографическим особенностям довольно сильно различающиеся.

Хотя по своей ценности для физикогеографической характеристики страны, где они встречаются, крайние участки мерзлых торфяников весьма важны, в чем нельзя не согласиться с Полыновым (1910, стр. 46), но они практически осложняют проведение южной границы вечной мерзлоты из-за своей разбросанности подобно островкам мерзлоты, находящимся в степях Казакстана и в средней Европе (Миддендорф, 1862, стр 468; Берг и Игнатов, 1901, стр. 25—27), в средней Сибири (Аболин, 1913, стр. 43; Пархоменко, 1931, I, стр. 116—118), на Северном Кавказе (Мальченко, 1930, стр. 133) и другим, про которые Миддендорф писал, что они очень затрудняют определение „границы ледяной почвы в собственном смысле“.

В одной из своих работ (Городков, 1928, стр. 601) мы разделили западную часть области вечной мерзлоты, которая приблизительно соответствует европейской провинции микрорельефа Григорьева (1925, II, стр. 21), на три полосы: 1) полосу сплошной и неглубокой вечной мерзлоты в минеральных и торфянистых грунтах, 2), полосу спорадической мерзлоты в минеральных грунтах и сплошной в торфяниках, 3) полосу

спорадической мерзлоты в торфяниках. Еще ранее сходное разделение Амурской области было дано Полыновым (1910, стр. 47—48), который разделяет ее на три района: первый — с летней мерзлотой самых верхних горизонтов как грунта, так и моховых и травяно-моховых болот; второй — с летней мерзлотой различных горизонтов более тяжелых грунтов (глин, суглинков, супесей) и со сплошной болотной мерзлотой; третий — характеризуется мерзлотой моховых болот и спорадической грунтовой мерзлотой.

При исследованиях на Усе в 1931 г. мы не включали в область вечной мерзлоты нашу последнюю полосу, т. е. проводили южную границу вечной мерзлоты по крайним участкам мерзлого минерального субстрата



Фиг. 1. Торфяник близ сел. Щелья-юр на Печоре.

там, где вечная мерзлота в торфяниках уже была повсеместной. Именно эта граница, а не какая-либо другая, имеет наибольшее значение не только теоретическое, но и практическое, так как вредное воздействие вечной мерзлоты сказывается по преимуществу в минеральных грунтах, на которых возводятся сооружения, а не в торфяниках, мерзлое состояние которых может иметь значение лишь при разработке торфа. Разделение южной границы вечной мерзлоты в песчаных и глинистых грунтах мы не считаем целесообразным, потому что и те и другие при значительной и повсеместной влажности почв на севере, уравнивающей их теплопроводность и теплоемкость, становятся мерзлыми почти на одной и той же широте в отличие от торфа.

Недостаток времени не позволил нам произвести свои поиски южной границы вечной мерзлоты в Северном крае с той тщательностью, которая рекомендуется Сумгиным в его программе определения этой границы. Нам пришлось первоначально вести исследования не путем раскопок,

но путем учета ландшафтных особенностей страны, главным образом основываясь на облике торфяных болот. Во время полуторадневного пребывания в сел. Щелья-юр на р. Печоре мы сделали экскурсию от этого селения на р. Ижму, по вновь устроенному тракту, который проходит на протяжении нескольких километров по водораздельным сфагновым торфяникам. Торфяники принадлежат к северному варианту кустарничковых сфагновых болот (Кац, 1928, стр. 10), т. е. зарастают угнетенной сосной, *Betula nana, Cassandra calyculata, Rubus Chamaemorus* и немногими другими. Они свидетельствуют о полном отсутствии в районе Щелья-юр мерзлоты даже в торфе, потому что ассоциации сосновых торфяников не встречаются на вечной мерзлоте. Вторая экскурсия была сделана нами в окрестностях сел. Усть-Уса, где сфагновые торфяники подходят к самому селению. Они также относятся к только что описанному типу (Кац, 1928, стр. 29) и также свидетельствуют об отсутствии вечной мерзлоты и в окрестностях Усть-Усы.

Поднявшись вверх по р. Усе до устья р. Адзьвы, мы начали уже систематические раскопки с целью поисков вечной мерзлоты. В окрестностях сел. Адзьва-вом (Савета), находящегося немного севернее Полярного круга, можно было рассчитывать обнаружить участки вечной мерзлоты.

Первая яма (№ 1) была вырыта 30 июля в разреженном систематической рубкой березняке близ селения на очень пологой террасе Усы. Здесь супесок мощностью в 115 см подстилается тяжелым суглинком, сменяющимся на глубине 250 см пластичной глиной. На границе супеска и суглинка показалась верховодка, которая очень затрудняла раскопку ямы, обваливая стенки ее. Яма с трудом была углублена до 312 см, а далее был забит железный щуп еще до глубины 358 см, где он и остановился. Мы не склонны считать это препятствие за вечную мерзлоту и даже остаток зимнего промерзания, хотя ход температуры как-будто об этом свидетельствует. Чем вызывается наше сомнение, будет видно в дальнейшем.

Вторая яма (№ 6) вырыта на пологом склоне к р. Усе 1 августа в таком же лесу. Грунт супесчаный до глубины 270 см, где супесок настолько плотно сцементирован, что его с трудом можно было пробить железным щупом. На глубине 150 см появился сильный ток грунтовой воды, который заливал яму и обрушивал стенки. Мерзлота еще отсутствовала на глубине около 300 см.

Кроме этих ям, было вырыто еще несколько в лесных островах по повышениям среди водораздельных болот. Одна из них (№ 5, 31 июля) в редком березняке из искривленной *Betula tortuosa* с лишайниково-моховым покровом не обнаружила мерзлоты в пропитанном водой, плывущем супесчаном грунте еще на глубине 215 см. Другая яма (№ 9, 1 августа) совершенно в таких же условиях не достигла мерзлоты на 200 см. Не была обнаружена мерзлота до глубины 190 см и в редком еловом лесу среди мокрых сфагновых торфяников (яма № 7, 1 августа),

несмотря на то, что торфянистая дерновина из *Polytrichum commune* и сфагнов имела толщину в 20 см и должна была бы хорошо предохранять почву от оттаивания.

Приведенные описания свидетельствуют, насколько трудно на севере исследование почв глубже 200 см благодаря сильной заболоченности. В этих условиях необходимо пользоваться буровыми инструментами или крепить стенки шурфа деревом, чего мы не могли делать из-за недостатка времени. Нам, ведь, необходимо было в течение полутора месяцев произвести предварительное исследование рр. Адзьвы, Усы и Воркуты. Однако, несмотря на технические несовершенства наших наблюдений мы считаем, что они все-таки дали возможность установить отсутствие вечной мерзлоты в минеральных грунтах под лесами в окрестностях устья р. Адзьвы. Если бы вечная мерзлота находилась на бóльшей глубине, чем мы достигали, она неминуемо была бы обнаружена нами совсем неглубоко в лесах с толстым моховым покровом, между тем мерзлота отсутствовала даже под большинством торфяников. Некоторые сомнения возбуждают лишь глинистые грунты, но и там при наличии глубокого снегового покрова зимой вечная мерзлота едва ли найдется. Она может быть лишь под безлесными участками, которые встречаются в слабых понижениях среди сомкнутых лесов дренированных прибрежий. Эти понижения зарастают кустарником из *Betula nana, Salix phylicifolia* и некоторых других ив, почва их прикрыта нетолстым слоем мха *Polytrichum commune*. К сожалению, мы не успели обследовать эту формацию в окрестностях Адзьвавом, где она встречается в зачатке.

Впрочем существует указание на глубокую вечную мерзлоту близ устья р. Адзьвы в сел. Ниедзель-вом. Керцелли (1911, стр. 44) сообщает со слов жителей, что на высоком, сухом бугре при копании колодца было обнаружено два слоя мерзлоты: один не толще 1.5 аршина (106 см) на глубине около 2 аршин (142 см) и другой, не пройденный до конца, на глубине 5 аршин (356 см) в песчано-глинистом грунте с валунами. Если считать верхний слой за остаток зимнего промерзания, то нижний слой несомненно относится к вечной мерзлоте. Вероятно, на образование его оказало влияние сильное зимнее промерзание открытого холма подобно тому, как это наблюдается севернее на оголенных участках тундры.

Не обнаружив вечной мерзлоты в минеральных грунтах, которые в окрестностях Адзьва-вом представлены почти исключительно супесками, покрывающими слоем различной мощности моренные суглинки, мы обратились к торфяным сфагновым болотам. Последние подходят на 1—1.5 км к селению с севера и довольно разнообразны по своему виду. Все они совершенно безлесны и представляют чередование крупнокочковатых неглубоких болот, густо зарастающих *Betula nana* и другими кустарниками *(Ledum palustre, Cassandra calyculata)*, с торфяниковыми комплексами переходного характера от так называемого *Aapamoor* к крупнобугристым торфяникам. Такие переходы известны на Кольском полуострове (Vierhapper,

1927, стр. 141—142). Крупнобугристые торфяники также встречаются в окрестностях Адзьва-вом и, повидимому, нередки здесь, но располагаются далее от прибрежья на водораздельных пространствах. Так как крупнобугристые торфяники чрезвычайно характерны для районов со спорадическим распространением вечной мерзлоты и могут служить хорошим признаком близости южной границы вечной мерзлоты в минеральном субстрате, а *Aapamoor* наоборот характерны для северных областей лесной зоны, совершенно лишенной вечной мерзлоты, мы в дальнейшем несколько подробнее остановимся на описании переходного между ними комплекса. По нашим наблюдениям, он широко распространен в бассейне Усы вдоль границы вечной мерзлоты, замещая здесь комплекс *Aapamoor*. Вышеупомянутые же крупнокочковатые болота с *Betula nana*, ближе нами не изученные, вероятно замещают северные болотные кустарничковые комплексы, отличаясь от них полным отсутствием сосны и некоторыми другими признаками. Мерзлоты в них, повидимому, нет. Наконец, нам встречался в окрестностях Адзьва-вом замещающий комплекс и к кустарничково-пушицевым комплексам (Кац, 1928, стр. 12—13). Исследованный 1 августа (яма № 8) на мерзлоту участок такого болота с мощностью торфа в 45 см был лишен ее еще и на глубине 150 см в пропитанном водой супеске. Это топкое и совершенно безлесное сфагновое болото заросло *Rubus Chamaemorus*, *Eriophorum vaginatum*, *Cassandra calyculata*, *Andromeda polifolia* и *Betula nana*.

Во время экскурсии 31 июля (№ 2) на болота в окрестностях Адзьва-вом наше внимание привлекли широко распространенные здесь среди островных березовых и еловых лесов бугристые болота с неправильными буграми и грядками высотой от 50 до 100 см и диаметром в 1—10 м, обильно разбросанными среди хотя и топких, но проходимых низин. Бугры заросли кустарником высотой в 10—30 см, средней густоты, из *Ledum palustre* cop.$_2$, *Betula nana* cop.$_1$, *Andromeda polifolia* sp. и *Vaccinium uliginosum* sp. Травянисто-кустарничковый ярус также средней густоты: *Empetrum nigrum* cop.$_2$, *Rubus Chamaemorus* cop.$_2$, *Vaccinium Vitis idaea* cop.$_2$, *Carex globularis* cop.$_1$, *Eriophorum vaginatum* sp., *Oxycoccus microcarpus* sp., *Vaccinium Myrtillus* sp., *Equisetum sylvaticum* sol. Моховой покров из *Sphagnum fuscum* soc. и *S. acutifolium* sp. gr., *Haplozia anomala* sp. На вершинах бугров он местами отмирает, и здесь появляются лишайники: *Cladonia sylvatica* cop.$_1$, *C. rangiferina* sp., *Ochrolechia tartarea* sp.

Мокрые низины (№ 3), чередующиеся с буграми, зарастают *Sphagnum Lindbergii*. Они довольно разнообразны, несмотря на бедность своей растительности. Среди них можно наметить две основных ассоциации. Первая — с травяным покровом средней густоты из *Carex rotundata* cop.$_3$, *C. magellanica* sp., *Equisetum sylvaticum* sol. до sp. gr. Кустарник очень редкий из *Andromeda polifolia* sol., *Betula nana* sol., *Vaccinium uliginosum* sol. Вторая, более распространенная ассоциация (№ 4),

с преобладанием *Carex magellanica* cop.$_3$ и с *Betula nana* sp., *Andromeda polifolia* sp. gr.

Как показало исследование, бугры и мерзлота находятся в теснейшей зависимости. Под некоторыми, более мелкими буграми мерзлота была обнаружена на глубине 170—200 см в пропитанном водой супеске. Мощность торфа также различна: в низинах она около 50 см, а на буграх около 35 см. Глубина талого слоя в низинах значительно больше по сравнению с более крупными и сухими буграми, она достигает величины от 110 до 150 см, между тем как супесчаный грунт бугров был мерзлым уже на глубине 20—40 см. Столь значительные колебания

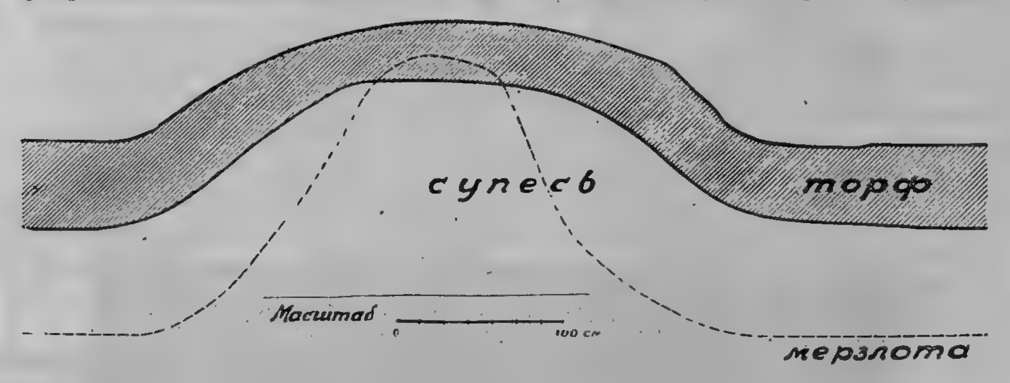


Фиг. 2. Бугристое болото (№ 2) близ сел. Адзьва-вом.

в уровне мерзлоты зависят от различной теплопроводности сухого и мокрого торфа, от воздействия весенней проточной воды в низинах, от более сильного промерзания зимой повышенных, а потому и слабо защищенных снежным покровом бугров.

Считаясь с отсутствием вечной мерзлоты в соседних плоских болотах, мы полагаем, что мерзлота и мелкобугристых участков болота была лишь остатком зимнего промерзания, но мерзлое ядро более крупных бугров следует причислить уже к вечной мерзлоте. Такое мнение подтверждается наблюдениями Керцелли (1911, стр. 44), который обнаружил мерзлоту 11 сентября ст. ст. в болоте близ сел. Ниедзель-вом у устья Адзьвы на глубине 80 см. Мерзлые ядра в вышеописанном торфянике захватывают не только слой торфа, но и лежащий под ним супесок, который здесь весь пронизан прослойками и гнездами льда. Это накопление нетающего летом льда и привело к выпячиванию бугров, что в свою очередь усиливает зимнее промерзание. Словом, на мелкобугристых

болотах переходного типа между *Aapamoor* и крупнобугристыми близ Адзьва-вом мы встречаем те же процессы, которые описаны Фрисом (Fries, 1913, стр. 196) для торфяников северной Швеции. Мы не можем согласиться только с насасыванием жидкого торфа при размерзании, как это представляет Фрис. Увеличение объема бугра может быть достаточно объяснено накоплением одного чистого льда. Никифоров (1912, стр. 66) наблюдал в болотных почвах Восточной Сибири такое количество льда, которое в сумме иногда даже превышало количество почвенной массы. Мерзлое ядро бугров невелико, оно захватывает лишь самый бугор и соседние части окружающих низин. В некоторых случаях,



Фиг. 3.

пользуясь железным шестом как рычагом, нам удавалось шевелить весь мерзлый монолит. Прилагаемый чертеж (фиг. 3) дает представление о величине и форме одного из мерзлых бугров.

На краю водораздельных торфяников с более мощным слоем торфа в окрестностях Адзьва-вом 1 августа (№ 10) мы встретили крупнобугристые участки, на которых бугры диаметром в 10—20 м достигали высоты 150 см. Их плоские вершины уже настолько выдаются над окружающими обширными безлесными болотами, что зимой сильные ветры сдувают весь снег, отчего растительность отмирает, и на дневную поверхность выступает голый, размытый весенними водами и дождями сухой торф. Мерзлота в нем находилась на глубине 48 см. В обширных мокрых низинах с *Carex rotundata*, которые отделяют бугры друг от друга, мы не могли обнаружить мерзлоты на глубине и 200 см. Мелкие бугры (до 50 см), разбросанные группами среди более крупных и представляющие их зачатки, имели мерзлоту на глубине около 40 см, а в небольших мокрых низинках по соседству с ними она опускалась до 120 см (вероятно, остаток зимнего промерзания), т. е. картина была одинакова с вышеописанными мелкобугристыми болотами. Поэтому мы считаем в процессе развития торфяников мелкобугристые болота начальной стадией крупнобугристых. В них при достаточной толщине торфяного слоя могут превратиться мелкобугристые торфяники, если имеются подходящие условия

в виде достаточного подтока воды, намерзанием которой и создаются внутри бугра линзы нетающего летом льда, что и ведет к нарастанию бугров до известной высоты. Предел нарастанию кладет, с одной стороны, денудация (Freis, 1913, стр. 193; Драницын, 1914, стр. 46—47), а с другой, мощность торфяного слоя болота, которая при известных климатических условиях недостаточна для поддержания вечной мерзлоты на большом протяжении, потому что проточные грунтовые и поверхностные воды, сильнейший враг мерзлоты, еще берут верх и препятствуют распространению мерзлого ядра вширь и вглубь (Городков, 1928, стр. 600).



Фиг. 4. Крупнобугристое болото близ сел. Хоседа.

Крупнобугристые торфяники весьма обыкновенны вдоль южной границы вечной мерзлоты. Мы могли достаточно познакомиться с ними также при нашем переходе от р. Адзьвы к культбазе Хоседа-хард (13 августа). Тропа в начале идет к северозападу от устья р. Хоседа по высокой террасе древней долины Адзьвы, покрытой болотистыми березово-еловыми лесами и сфагновыми торфяниками разных типов, чаще зарастающими кустарником из *Betula nana*. Среди них имеется большой участок крупнобугристого торфяника чрезвычайно типичной внешности с буграми до 3—4 м высотой. Склоны куполообразных бугров заросли *Betula nana, Ledum palustre, Rubus Chamaemorus* и немногими другими. Вершины развеяны, и поверхность сухого торфа размыта весенними и дождевыми водами. Нередко размокший и расплывшийся весной торф кажется как бы вылившимся из глубины бугра, но это впечатление ложно, потому что раскопки всегда обнаруживали, как и следовало ожидать, вечную мерзлоту на глубине 50—60 см. Ниже идет крепко промерзший торф, а на некоторой глубине, вероятно, такое же мерзлое минеральное

ядро. Мокрые низины между буграми заняты болотами с *Carex rotundata*. Бугристые болота встречаются и на водоразделе между р. Адзьвой и нижним течением р. Хоседа.

Последние участки их наблюдались нами близ рудника Тальбей на среднем течении р. Адзьвы 11 августа (№ 21). В этом районе, уже в области северной лесотундры с почти повсеместной вечной мерзлотой крупнобугристые торфяники отсутствуют на водоразделах, безраздельно занятых тундровыми ассоциациями, но еще встречаются в долине Адзьвы. Изученный нами сфагновый торфяник находился на высокой, незаливаемой террасе реки среди проточных, полузаболоченных, с *Carex aquatilis* озерков. Торфяник несомненно реликтовый, так как его глубина, насколько это можно было видеть на обрывах к озеру, не менее 200 см, чего у современных торфяников тундры с их ослабленным торфообразованием едва ли можно ожидать. В торфе содержатся трухлявые остатки крупных берез и елей, растущих в настоящее время в этом районе лишь по заливным долинным гривкам и по южным крутым склонам материковых берегов. Древесные остатки попадаются как в торфе плоских мокрых болот, так и в торфе бугров. Форма бугров уже иная, чем у вышеописанных крупнобугристых торфяников на южном пределе вечной мерзлоты. Близ Тальбея болота плоскобугристые, т. е. их повышения не поднимаются куполами и узкими грядами, но широки и невысоки. Высота бугров около 150 см (очень редко до 200 см) относительно топких, плоских болот с *Carex rariflora*, окружающих группу их со всех сторон. На этих низинах имеются и свежие зачатки бугров высотой до 50—100 см, связанные всевозможными переходами со старыми. Они зарастают *Betula nana*, *Ledum palustre*, *Vaccinium uliginosum* и *Rubus Chamaemorus*. Вершины зрелых бугров чернеют своим обнаженным торфом на зеленом фоне болота. Голый торф засох в расплывшемся состоянии, по обрывам к озеркам он иногда сплывает застывшими с весны потоками, однако, достаточно раскопать его на 40—50 см, чтобы наткнуться на вечную мерлоту. В мокром сфагновом болоте с *Carex rariflora* глубина талого слоя была всего 60 см, но осенью она, конечно, опускается глубже. Сплошное распространение вечной мерзлоты в плоскобугристых торфяниках лесотундры хорошо отличает их от крупнобугристых торфяников более южных районов и ограничивает высоту самих бугров, так как деятельность подтекающих грунтовых вод происходит в совсем неглубоком талом слое, почему нарастающие и расширяющиеся бугры быстро сливаются своими основаниями с поверхностью вечной мерзлоты и выходят из области подтока. Кроме того и разрушение современных и древних бугров с поверхности идет энергичнее в тундре с ее сильными ветрами и более слабым снеговым покровом, по сравнению с лесной зоной.

Чтобы не возвращаться в дальнейшем к бугристым болотам, мы здесь же сообщим о том, что они были весьма обыкновенны и далее на восток вдоль р. Усы. Мы встретились с многочисленными участками их

близ сел. Фион-пиан, немного севернее границы вечной мерзлоты 27 августа. Здесь торфяники разбросаны повсюду в низинах среди придолинных лесов и среди водораздельных тундрообразных болот с елово-березовыми островами. Бугры имеют вид, свойственный типичным крупнобугристым болотам, и достигают высоты 300 см. Мерзлота в них находилась на глубине около 60 см.

Мы не могли при своих непродолжительных и спешных работах вести систематические геоботанические исследования. Поэтому у нас нет достаточного материала для описания растительности крупнобугристых торфяников. Однако, считаясь с относительным однообразием их растительного покрова, мы в качестве примера приведем описание такого болота в окрестностях Фион-пиан. Болото (№ 36) занимает небольшую



Фиг. 5. Плоскобугристый торфяник близ рудника Тальбей.

площадь в понижении среди рубленого елово-березового леса недалеко от края коренного берега долины Усы. Пониженная часть его имеет сфагновый торфяной покров толщиной около 50—60 см, который подстилается пропитанным водой супеском с мерзлотою на глубине от 62 до 72 см от поверхности мха. Травянисто-кустарниковый ярус средней густоты покрывает около 50% поверхности. Он состоит из *Ledum palustre* cop.$_3$, *Rubus Chamaemorus* cop.$_3$, *Andromeda polifolia* cop.$_1$, *Eriophorum vaginatum* sp., *Cassandra calyculata* sp., *Oxycoccus microcarpus* sp., *Vaccinium uliginosum* sp., *V. Vitis idaea* sp. Лишайниково-моховой ярус: *Sphagnum fuscum* soc.-cop.$_3$, *S. magellanicum* cop.$_3$, *S. angustifolium* cop.$_2$, *Haplozia anomala* cop.$_2$, *Dicranum angustum* cop.$_1$, *Cladonia rangiferina* sp., *C. amaurocraea* sp. gr., *C. sylvatica* sp. gr., *Pleurozium Schreberi* sp., *Sphenolobus minutus* sp., *Cladonia alpicola* sol., *C. cornuta* sol., *C. deformis* sol., *C. gracilis* sol., *C. pleurota* sol.

Среди этого болота поднимается бугор около 200 см высотой с пологими склонами (№ 35). Он представляет хороший пример разрушаемого денудацией бугра выпячивания, достигшего предела роста. Его склоны зарастают живыми сфагнами, но вершина уже лишена их. Здесь имеются лишь: *Polytrichum strictum* soc., *Dicranum elongatum* cop.$_3$, *Cladonia uncialis* cop.$_2$, *C. pleurota* sp., *C. deformis* sp., *Cetraria nivalis* sp. Местами на поверхность выступает выветрелый торф. Кустарниково-травянистый ярус состоит из *Betula nana* cop.$_1$, *Rubus Chamaemorus* cop.$_1$, *Eriophorum vaginatum* sp., *Ledum palustre* sp. Мерзлота на склонах бугра находилась в нарастающем сфагновом торфе на глубине 43—44 см. На вершине же, при мощности сухого торфяного слоя в 25 см, мерзлота опустилась до 130 см (не считая торфа) в слабо влажном супеске.

На верхнем течении Усы крупнобугристые болота описаны Поле (1915, стр. 146—147) для окрестностей поселка Ареп-микит, т. е. для южной лесотундры. Нами они неоднократно наблюдались также еще далее на восток в окрестностях Ельца и по пути между этим селением и Обдорском вплоть до самого водораздела Печоры и Оби. По направлению к северу крупнобугристые болота быстро исчезают, приближаясь к области сплошного распространения вечной мерзлоты. В окрестностях рудника на р. Воркуте, севернее предела лесов, мы уже не встречали их.

Не мешает отметить связь крупнобугристых торфяников с меньшей континентальностью климата, которая хорошо иллюстрируется на пути из Ельца в Обдорск. Между тем как близ западного склона Урала, в бассейне р. Усы, крупнобугристые торфяники чрезвычайно обыкновенны, на восточном склоне их не заметно, хотя этот участок Приобской тундры расположен южнее. Причина уклонения к югу предела крупнобугристых торфяников в Западносибирской низменности заключается в бо́льшей континентальности климата страны и в более южном положении границы вечной мерзлоты. По нашим наблюдениям 1914 г., в южной лесотундре на среднем течении р. Полуя, притока Оби, они нередки, как и в глубине лесной зоны по водоразделу рек Надыма и Пура (Хондажевский, 1880, стр. 25; Городков, 1924, стр. 30).

Изучая распространение крупнобугристых торфяников в бассейне р. Усы, мы находим полное подтверждение высказанного нами (Городков, 1928, стр, 599) положения, что названный тип торфяников не зонален, но свойственен лишь области спорадического распространения вечной мерзлоты в торфе, а вовсе не специально тундровой зоне. Еще Поле (Pohle, 1903, стр. 60, 82, 86) отличал торфяники лесной зоны от тундровых тем, что первые имеют кочки не выше 1 м, а вторые усажены мерзлыми буграми до 3 м высотой. Крупнобугристые торфяники встречаются в тундре Канина полуострова (Pohle, 1903, стр. 81—82; Андреев, 1931, стр. 44) и к западу от Тиманского Камня (Танфильев, 1911, стр. 35) лишь потому, что там вечная мерзлота не имеет сплошного распространения, как это наблюдается в Большеземельской тундре и в других частях

тундровой зоны. Даже в Тиманской тундре севернее р. Сулы (Дедов, 1931) крупнобугристых болот уже нет. Восточнее Тимана они встречаются спорадически (Pohle, 1903, стр. 80). Повидимому, их нет в Малоземельской тундре (Самбук, 1931, стр. 47). Для низовьев Енисея последние участки крупнобугристых торфяников нами встречены в 1927 г. в верхнем течении р. Турухана, севернее располагается полоса плоскобугристых болот. Драницын (1914, стр. 36, 46, 48) также отмечает поредение бугров к северу от предела лесов, хотя они и доходят до 72° с. ш., т. е. уже находятся в пределах области сплошной и слабо оттаивающей вечной мерзлоты. Здесь они всегда единичны или в небольших группах приурочены к водоемам (Кузнецов, 1916, стр. 26). Вероятнее всего, что эти болота относятся уже к плоскобугристому типу, потому что Драницын отмечает малый рост бугров в чистой равнинной тундре и на возвышенностях.

Этот обзор распространения крупнобугристых болот свидетельствует о том, что ими можно пользоваться как хорошими показателями южного предела вечной мерзлоты. Там, где они встречаются, с достаточной уверенностью следует ожидать лишь местного присутствия вечной мерзлоты в торфяниках и об отсутствии ее в минеральном субстрате, не прикрытом толстым слоем торфа. Обратно, появление вечной мерзлоты в песчаных и глинистых грунтах свидетельствует о сплошном промерзании торфяников, что в свою очередь отражается на мезорельефе их — они становятся плоскобугристыми. Наконец, в области сплошной вечной мерзлоты естественно бугристые торфяники вообще исчезают, а бугристость некоторых реликтовых торфяников тундры объясняется уже совершенно иными обстоятельствами, а именно размывом их. Сказанное справедливо лишь для области к западу от Енисея. Далее на восток, в восточносибирской провинции микрорельефа Григорьева (1925, II, стр. 21), наши сведения о строении глубоких торфяников, которые вообще сильно сокращаются и по площади и по мощности, весьма незначительны. Кроме того, в Восточной Сибири с ее резко континентальным климатом, слабым снеговым покровом и изрезанным рельефом, создающими особенную активность грунтовых вод зимой, на первый план выступают являния периодического выпячивания почвы под влиянием подземных наледей, исчезающих или сильно уменьшающихся летом, что неизвестно на севере Западной Сибири и Европы.[1] Можно сказать с уверенностью, что крупнобугристые торфяники отсутствуют в тундре к востоку от Лены (Скворцов, 1930) и в Анадырском крае (Soczawa, 1930).

[1] Наше утверждение относится лишь к подземным, но не надземным наледям речных долин. Мы считаем правильным утверждение Подьяконова (1905, стр. 323), что наледи восточносибирского типа „должны существовать и несомненно существуют кроме Сибири и по всей остальной России“, хотя и в меньшем масштабе. Зимой 1928 г. мы встретили близ устья р. Надыма на поверхности прибрежного льда Обской губы бугры выпячивания до 150 см высотой с трещинами на вершинах откуда выливалась и замерзала вода, нередко смешанная с песком. Причину их образования мы видим в подтоке из береговых обрывов долго незамерзающих ключей.

Попытки обнаружить вечную мерзлоту на незаболоченных местах в окрестностях сел. Фион-пиан дали следующие результаты. Выкопать глубокую яму (№ 34) в рубленом елово-березовом лесу, в четверти километра от обрыва коренного берега и по соседству с вышеописанным торфяником, оказалось невозможным, потому что на глубине 150 см начался плотный слой гальки и валунов, не поддававшийся лопате. Однако, этой глубины было достаточно, чтобы говорить об отсутствии здесь мерзлоты, основываясь на высокой температуре почвы и на качестве грунта.

Для другой ямы (№ 37) был выбран участок на верхней части обращенного к югозападу склона холма, откуда зимой ветрами сносит снег. Суровые микроклиматические условия местонахождения способствовали возникновению растительной ассоциации с разрушенным дерновым покровом, весьма напоминающей пятнистые тундры. Описываемый тундрообразный участок постепенно переходит на плоской вершине холма в крупнокочковатое болото со сфагнами и *Polytrichum commune*. На соседнем склоне разбросаны редкие экземпляры *Betula tortuosa*, а в низинке сообщающейся с глубокой долиной речки, находится мокрое сфагновое болото с *Carex rostrata*. Мы не останавливаемся подробнее на описании растительности и почв изученного участка, потому что это будет сделано нами в одной из следующих глав, но сообщим только, что вечная мерзлота была обнаружена в легком суглинке, прикрытом супесью на глубине 236 см.

Ясно, какие условия вызвали здесь появление вечной мерзлоты. Зимнее промерзание слабо прикрытого снегом участка настолько велико, что летнее прогревание даже при супесчанистости грунта не в состоянии уничтожить вечную мерзлоту, которая не существует под заносимыми снегом лесными островами. Хотя мы и не могли посвятить больше времени исследованиям в окрестностях Фион-пиана, но, основываясь на нахождении вечной мерзлоты в незаболоченном супесчаном грунте и на сильном распространении мерзлоты в торфяниках, мы проводим южную границу вечной мерзлоты приблизительно в 10 км к югу от названного селения.

При оценке немногочисленных наблюдений в Фион-пиане мы учитывали опыт более подробных исследований в окрестностях культбазы Хоседа-хард, к которым и переходим. Ландшафт Хоседа-хард несколько напоминает окрестности Фион-пиана, но носит более северный характер. В частности, здесь мы встречаем уже несомненные пятнистые тундры со свойственным им разорванным распределением растительности. Один исследованный участок (№ 24) находится на пологом северном склоне по краю коренного берега долины р. Хоседа. Голые, расплывшиеся пятна суглинка окаймляются полосами приземистой растительности. Зимой здесь снег почти не задерживается. Мерзлота 14 августа была обнаружена на глубине 132 см. Другой участок (№ 27) пятнистой тундры на пологом северном склоне холма также имел мерзлоту на глубине 150 см в мокром суглинке. Третий участок (№ 29) особенно резко выраженной пятнистой тундры находился на вершине одного из холмов к юговостоку от культ-

базы. Здесь мерзлота была обнаружена 15 августа в тяжелом, структурном суглинке всего на глубине 125 см.

Кроме пятнистых тундр и торфяников, в окрестностях Хоседа-хард были исследованы на присутствие вечной мерзлоты еще леса, кустарники и моховые тундры. Был выбран небольшой еловый лесок (№ 28), вернее группа деревьев, на северовосточном склоне холма. Яму удалось выкопать из-за каменистости грунта лишь на 210 см, но на этой глубине мерзлоты еще не встречено. Второй исследованный участок (№ 30, 15 августа) был уже в настоящем островном еловом лесу на пологом юговосточном склоне холма. Несмотря на затененное местонахождение и моховой покров мерзлота не была обнаружена до глубины 193 см, насколько удалось углубиться в пропитанный водой, оплывающий супесок. Хотя почвенные температуры и невысоки, мы считаем, что под лесными насаждениями в окрестностях Хоседа-хард вечной мерзлоты нет. Если бы она была, она неминуемо обнаружилась бы под тенистыми и замшенными лесами ближе к поверхности, по сравнению с открытыми участками пятнистых тундр или кустарников.

В непосредственной близости от только что упомянутого лесного острова расположен участок (№ 31) густого кустарника из *Betula nana*, какие обычно чередуются с ельниками на незаболоченных местах и представляют зачатки кустарниково-моховых тундр более северных районов. Здесь мерзлота в сильно влажном глинистом супеске была всего на глубине 120 см. Была обнаружена она также 14 августа (№ 23) и на участке сухой торфянистой тундры на южном склоне в долину р. Хоседа. В пропитанном водой песке вечная мерзлота находилась на глубине 115 см.

Таким образом исследование на присутствие вечной мерзлоты в окрестностях Хоседа-хард показало ее широкое, почти повсеместное распространение в торфянистом и минеральном субстрате. Основываясь на характере ландшафта и растительности между устьем р. Хоседа и культбазой, мы проводим южную границу вечной мерзлоты в минеральных грунтах километрах в 25 к югу от культбазы Хоседа-хард, т. е. приблизительно в таком же расстоянии от устья р. Адзьвы к северу. Существование границы вечной мерзлоты именно здесь подтверждается сообщением Керцелли (1911, стр. 44) о том, что житель сел. Харута-вом, километрах в 25 от устья р. Адзьвы, при копании погреба обнаружил один мерзлый слой в 70 см (1 аршин) на глубине около 100 см (менее 2 аршин) и второй на глубине около 200 см (3 аршина). Сам Керцелли при раскопке 10 сентября ст. ст. в лесу на песчаном бугре у названного селения не нашел мерзлоты даже на глубине 200 см.

Итак, южная граница вечной мерзлоты в минеральных грунтах пересекает р. Адзьву около 66° 48′, а Усу около 66° 27′ с. ш. (основываясь на последней 10-верстной карте Военно-топографического отдела). Эта граница не совпадает с границей вечной мерзлоты, которая проводится Миддендорфом (1862, стр. 468), Ячевским, а затем и Сумгиным, на основании

сведений Шренка о вечной мерлоте близ гг. Мезени и Пустозерска. Такое расхождение может быть объяснено двояко, или тем, что интерполяция названных авторов к востоку от Печоры по направлению г. Березова на Оби не соответствует действительности, или тем, что принципиальные представления их о южной границе вечной мерзлоты не совпадает с нашими. Нам кажется, что есть и то и другое. Если мы включим в область вечной мерзлоты и мерзлые участки торфяников, граница ее должна быть проведена южнее нашей на несколько десятков километров, но едва ли столь далеко на юг, как это делает Ячевский и другие.

Отсутствие крупнобугристых торфяников на среднем течении Печоры и в самом низовьи Усы заставляет остановиться как на крайнем пределе вечной мерзлоты в Северном крае на 66 параллели. По предположению участников Мезенской экспедиции Управления лесами (1929, стр. 36, 43) в Устьцилемском районе уже не может быть вечной мерзлоты, потому что средние месячные температуры на глубине 160 см не были ниже +1.0° (апрель), имея максимум +10.0° (август). В бассейне верхней Усы она, вероятно, несколько склоняется к югу. С нашим предположением не вяжется определенное указание Шренка (Schrenk, 1848, стр. 122) на сильное развитие вечной мерзлоты в окрестностях г. Мезени, находящегося несколько южнее 66° с. ш. По сведениям, собранным им, слои породы, красный известняк, прикрытый на маховую сажень мелкоземом, постоянно мерзлы на упомянутой глубине, и при копании колодцев на глубину до 2 маховых сажен мерзлый слой еще не был пройден. Насколько далеко к югу идет вечная мерзлота, Шренк установить не мог; у позднейших исследователей мы также не нашли достаточных сведений по этому вопросу. Лишь Поле (Pohle, 1903, стр. 11, 78) пишет, что близ Мезени проходит южная граница тундры, с которой совпадает и южная граница мерзлой почвы, почему жители города пользуются естественными погребами. Возможно, что он лишь повторяет сведения Шренка.

Бэр (Baer, 1855, стр. 681—682) считает, что если даже слой мерзлоты у самой Мезени может быть местным, потому что Рупрехт нашел в этом городе источник с температурой +1° R, не подлежит сомнению сплошная мерзлота по близости от Мезени. На основании сообщенных ему Шренком сведений Бэр предполагает, что вся безлесная площадь Большеземельской тундры и северная окраина лесов находится над вечной мерзлотой. Она продолжается до 65° с. ш., но у Ижмы уже отсутствует (по сведениям Крузенштерна).

По устному сообщению Андреева, он встретил 9 августа 1929 г. мерзлоту в долине р. Ижмы близ устья р. Лёк-леса-ю (64° 33′ с. ш.). Она находилась в буграх, заросших замшенным еловым лесом. Мерзлый слой, не пройденный еще на глубине 200 см, имел многочисленные прослойки и линзы льда. Общая толщина моховой дерновины и торфа была 135 см, а ниже находился оледеневший суглинок. Крупнобугристых безлесных торфяников Андреев на Ижме не встречал. Такие участки мерзлоты

под лесами на торфе, вероятно, не представляют особенной редкости в Северном крае далеко к югу от 66 параллели, но учитывать их при проведении границы вечной мерзлоты невозможно по причине, изложенной в начале настоящей главы.

По Танфильеву (1911, стр. 77) „в Тиманской тундре северная граница лесов совпадает с южной границей мерзлоты и отступает, по мере распространения этой мерзлоты к югу". На его карте граница лесов делает по р. Мезени язык к югу, что совершенно не вяжется с ее нормальным продвижением к северу вдоль рек и заставляет предполагать искусственный характер, вызванный вырубкой лесов близ города. Необходимо в дальнейшем специально изучить вечную мерзлоту у Мезени, чтобы выяснить столь значительное продвижение ее к югу. Вообще, основываясь на вышеприведенных словах Танфильева, мы должны принять, что вечная мерзлота продвигается к югу далее у Белого моря, чем на Печоре. Это необъяснимо для вечной мерзлоты в минеральных грунтах, но возможно для вечной мерзлоты в торфе, так как площадь и мощность сфагновых торфяников увеличивается на запад с уменьшением континентальности климата.

II. ГЛУБИНА ЛЕТНЕГО ОТТАИВАНИЯ ГРУНТОВ СЕВЕРНОГО КРАЯ

Глубина и скорость летнего оттаивания почв в области вечной мерзлоты имеет большое значение для выработки ландшафта и существования растительности (Городков, 1930). Точно так же мощность талого слоя и почвенный климат оказывают известное влияние на условия почвообразования (Сумгин, 1931, I). Наконец, при строительстве в районе вечной мерзлоты глубина слоя летнего оттаивания и физические свойства его должны приниматься во внимание (Цытович, 1928; Евдокимов-Рокотовский, 1931), как и при различных сельскохозяйственных предприятиях (Колосков, 1925). Поэтому мы поставили своей задачей при исследованиях на Усе не ограничиваться лишь установлением присутствия вечной мерзлоты, но изучать глубину оттаивания ее за лето, температуры оттаявших слоев, их влажность, связь всех этих явлений с растительным покровом и почвами.

Глубина летнего оттаивания вечной мерзлоты находится в теснейшей связи с качеством грунта, обладающего различной теплопроводностью и теплоемкостью. При прочих равных условиях каменистые грунты оттаивают быстрее и глубже песчаных, а глинистые медленнее и не так глубоко, как песчаные. Если в мелкоземистом грунте включены камни, проведение тепла происходит неравномерно: оно распространяется быстрее в каменистых участках (Hamberg, 1916, стр. 586). Наименьшей теплопроводностью отличается торф, и в нем всегда мерзлота стоит выше других грунтов.

О том, что в тундре песчаные почвы оттаивают несравненно глубже глинистых, сообщал еще Шренк (1848, стр. 522). Миддендорф (1862, стр. 402—403) на далеком севере всегда находил глину и болотную почву крепко замерзшими, между тем как сухой песок летом оттаивал глубже из-за большей теплопроводности. В южных частях тундры между Мезенью и Печерой, по Танфильеву (1903, стр. 321), песок к концу лета оттаивает до глубины 150 см, глина — до 125 см, а торф — до 35—40 см. Житков (1913, стр. 166) близ озера Ярро-то на Ямале в начале августа нов. ст. нашел мерзлоту в глинисто-песчаной почве на глубине 53 см, а в чисто песчаной не обнаружил ее и на глубине 100 см. Совершенно те же результаты получены и нами при почвенных исследованиях в Гыданской тундре между Обской губой и Енисейским заливом: пески оттаивали раза в полтора — два глубже суглинков, кроме того и оттаивание их шло быстрее, чем в глинистом грунте. Ценные сведения о глубине протаивания грунтов различного механического состава в Большеземельской тундре сообщает Керцелли (1911, стр. 43—44). По его наблюдениям, в тундре на среднем течении р. Адзьвы в середине сентября (нов. ст.), когда уже начались морозы, и оттаивание достигло наибольшей величины, мерзлота залегала в торфяниках на глубине 30—60 см. На сухих местах (глинистых) она была на глубине 60—120 см. В песках глубины около 100 см были наиболее обыкновенны, а на южных склонах достигали даже 200 см. По наблюдениям на Дальнем Востоке Финка (1931, стр. 78) наибольшую глубину промерзания дали песчаные грунты, а наименьшую ил. Глинистые грунты занимают среднее положение.

Указанные соотношения в глубине оттаивания различных грунтов сохраняются и в лесной зоне в районе вечной мерзлоты. Известна таблица Полынова (1910, стр. 44) для Амурской области, в которой он сопоставляет по глубине залегания верхнего уровня мерзлоты в убывающий ряд щебень, грубые пески и глины с обломками кристаллических пород, песчаные наносы речных долин, суглинки и супеси. По его мнению, теплопроводность этих пород совершенно компенсирует влияние слабой теплопроводности мхов, с чем никак нельзя согласиться.

Если бы мы стали судить о глубине протаивания вечной мерзлоты в каком-нибудь пункте лишь по механическому составу его грунтов, мы нередко ошибались бы, потому что на это явление влияют и другие обстоятельства, например, теплоемкость субстрата, степень его увлажнения и пр. Влажность почв особенно важно принимать во внимание на крайнем севере, где сухих грунтов почти не существует. К такому же выводу пришел и Финк (1931, стр. 78—79), который считает, что минералогический состав почвы и ее теплопроводность имеет меньшее влияние на глубину промерзания, чем плотность и влажность грунта и степень инсоляции.

Теплопроводность камня около 0.005. В порошковатых, рыхлых отложениях с содержанием воздуха (теплопроводность 0.00005) в порах около 30—50% объема теплопроводность понижается до 0.01 предыдущей.

Наоборот, при заполнении пор водой (теплопроводность 0.0015) она сильно увеличивается и становится близкой к теплопроводности камня. Еще более повышается теплопроводность рыхлых тел при замерзании воды в их порах, потому что теплопроводность льда при умеренных температурах около 0.005, т. е. почти одинакова с камнем (Hamberg, стр. 584). Особенно наглядно выступает изменение теплопроводности субстрата в зависимости от замерзания пропитывающей его воды на примере торфа, который летом бывает очень плохим проводником тепла, а зимой, смерзаясь, наоборот, способствует глубокому промерзанию почвы (Львов, 1916, стр. 101).

Дальнейшее воздействие тепла и холода на замерзшие мокрые грунты облегчается еще тем, что теплоемкость льда меньше теплоемкости воды. Принимая во внимание все эти обстоятельства, Хамберг (Hamberg, 1916, стр. 585) приходит к выводу, что рыхлые грунты (с 30% воздуха) наименее теплопроводны и наиболее изолируют глубокие слои от колебаний температуры в атмосфере; если поры наполнены водой, то изоляция немного выше камня; если же льдом, то мало отличается от него. Вагнер (Wagner, 1883, стр. 20, 45) на основании изучения теплопроводности почв также пришел к выводу, что плотные почвы проводят тепло лучше рыхлых, а влажные лучше, чем сухие. Очень сомнительны соображения Финка (1931, стр. 79) о том, что глубина промерзания песков обусловливается их пористостью и просасыванием холодного воздуха, а не теплопроводностью.

Таким образом мокрые почвы тундры при прочих равных условиях должны оттаивать и промерзать как-будто быстрее и глубже чем сухие. Однако, на практике дело обстоит значительно сложнее, потому что равномерное и быстрое проведение тепла в содержащих воду почвах происходит лишь выше или ниже 0°. В замерзающей или тающей почве, пропитанной водой или льдом, изменение температур происходит исключительно медленно, и соответственно с этим почва долго остается талой, подобно замерзающей или тающей воде. На это явление в непромерзающих водоемах на вечномерзлом грунте Таймыра обратил внимание еще Миддендорф (1862, стр. 457), который этим объяснял сохранение под ледяным и снежным покровом сверху собственной теплоты воды и теплоты, освобождаемой при намерзании льда. Для мокрых почв подобное же объяснение дано Хамбергом (Hamberg, 1916, стр. 585—586), а Сумгин (1927, стр, 176—177), изучивший процессы замерзания и таяния влажных почв в Амурской области, описывает „нулевую завесу", т. е. продолжительно сохраняющуюся в почвах температуру 0° при их таянии и замерзании. Он объясняет ее скрытой теплотой перехода воды из жидкого в твердое состояние и обратно. Вместе с тем Сумгин (1927, стр. 175) отмечает, что процесс замерзания почв длится несравненно дольше, чем таяние, и не находит этому объяснения. Может быть задержку в замерзании мокрых почв следует объяснить в половину меньшей теплоемкостью льда по сравнению с водой (Хвольсон, 1912, стр. 191), а еще больше тем, что весной атмосферные осадки,

выпадающие в жидком виде, и талые воды чрезвычайно способствуют быстрому таянию мерзлоты, осенью же, наоборот, выпадающий снег задерживает проникновение холода в почву, т. е. замерзание ее. Несколько примеров медленного промерзания и оттаивания мокрых грунтов на Дальнем Востоке сообщает Финк (1931, стр. 80).

Осенью 1927 г. мы производили наблюдения над состоянием различных почв Гыданской тундры (около 71° с. ш.) и также обнаружили долгое сохранение в талой почве при её замерзании температуры 0°. Талую, мокрую почву мы находили на глубине 20—30 см в болотах, а ниже и в других грунтах, еще в начале ноября, когда в тундре стояла уже настоящая зима, и, вероятно, эти поверхностные талики долго сохраняются под рыхлыми снегами и в позднейшее время. К сожалению, по условиям экспедиционного передвижения мы не могли продолжить наших наблюдений дольше. Мы считаем совершенно достаточным для сохранения поверхностных таликов в вечной мерзлоте вышеизложенные термические соотношения без привлечения высокого давления со стороны двух замыкающих жидкую массу мерзлых корок, как это предполагает Никифоров (1912, стр. 57), тем более, что и существование давления еще нуждается в подтверждении (Сумгин, 1930, стр. 17). Неоднократно пробивая мерзлую корку болот в Гыданской тундре, мы никогда не обнаруживали напряжения в нижележащих таликах. Отсутствие напряжения грунтовой воды в талом слое между вечной и поверхностной мерзлотой отмечает для своих двух наблюдений на Дальнем Востоке и Финк (1931, стр. 66, 71). Как известно, Хамберг (Hamberg, 1916, стр. 619) наоборот считает, что зимой на торфянике при нарастании мерзлой корки и при ее выпучивании под выпуклиной происходит даже насасывание торфа из нижележащих и соседних слоев.

Таким образом процесс замерзания влажных почв даже в высоких широтах, при неглубоко находящейся вечной мерзлоте, ничем не отличается от замерзания почв без вечной мерзлоты или при глубоком ее залегании. Такое утверждение может показаться странным при довольно широко распространенном мнении о способности почв при наличии вечной мерзлоты замерзать осенью одновременно сверху и снизу: от дневной поверхности и от поверхности вечной мерзлоты. Впервые об этом, кажется, сообщил на основании наблюдений Домрачева на юге Якутии Сукачев (1911, стр. 57). У иных авторов мы не могли найти сведений о поднятии вечной мерзлоты осенью, хотя Сукачев и ссылается на Миддендорфа и др. Сумгин (1927, стр. 173) считает надвигание мерзлоты осенью сверху и снизу теоретически допустимым, но сомневается в правильности наблюдений Домрачева. Одновременно замерзание почвы сверху и снизу подозревает Элтон (Elton, 1927, стр. 168) для Шпицбергена, но лишь в работе Белокрылова (1931, стр. 61) имеется фактический материал со станции Сковородино, свидетельствующий, по мнению автора, о поднятии осенью мерзлоты снизу.

В 1923 г. мы изучали ход промерзания суглинистого грунта на краю коренного берега долины р. Пура, притока Тазовской губы, в его низовьях (около 67° с. ш.). 24 сентября вечная мерзлота в частично обнаженной от растительной дерновины почве (пятнистая тундра) была на глубине 115 см. Грунт был настолько пропитан водой от осенних дождей, что 28 сентября в оставленной яме вода находилась всего на 10 см ниже поверхности почвы. При наступлении заморозков в начале октября, когда прекратилось выпадение атмосферных осадков в жидком виде, уровень воды в яме быстро опустился. Кроме стока, на это понижение поверхности грунтовой воды оказало влияние и иное обстоятельство, на котором мы остановимся, когда будем говорить о распределении влажности в почвах тундры. 5 октября в вырытой по соседству яме мерзлота не обнаружена еще на глубине 115 см. 11 октября поверхность почвы участка замерзла на 10 см, мерзлоты в новой яме не было на указанной глубине. 14 и 24 октября мерзлота также отсутствовала на 115 см, хотя почва уже замерзла в первый срок на глубину 13 см, а во второй на 35 см. То же было и 5 ноября, когда мерзлый слой достиг 40 см. На основании этих незаконченных наблюдений в Западной Сибири становится достаточно ясным, что никакого поднятия вечной мерзлоты осенью не происходит. Между тем по наблюдениям Домрачева (Сукачев, 1911, стр. 57; Сумгин, 1927, стр. 174), поднятие мерзлоты в значительно более южных районах, где температура вечномерзлых слоев оценивается числами едва ли значительно превышающими числа, наблюдавшиеся в Забайкальи, т. е. около —1° (Сумгин, 1930, стр. 31), начинается с конца сентября нов. ст.

В 1927 г. мы повторили свои наблюдения уже тщательнее в значительно более северном районе Гыданской тундры (около 71° с. ш.). При самых разнообразных условиях и в различных грунтах не обнаружилось никакого повышения вечной мерзлоты при осеннем замерзании (Городков, 1932, стр. 19). Приняв во внимание вышеизложенные соображения относительно влияния скрытой теплоты плавления льда на сохранение в незамерзшем состоянии пропитанной водой почвы, слой которой как-раз всегда наблюдается над самым уровнем вечной мерзлоты, и незначительность отрицательной температуры в глубине вечномерзлых грунтов, определенную даже в тундре устья Енисея всего в —5° (Сумгин, 1931, II, стр. 33), мы легко выведем заключение, что осеннего поднятия вечной мерзлоты в этих условиях и не может быть. Наблюдения Домрачева и других мы считаем явно ошибочными. Ошибка может проистекать из недооценки колебаний микрорельефа поверхности вечной мерзлоты при методе последовательного выкапывания ям для определения мерзлоты, что было у Домрачева, по мнению Сумгина, или от внесения холода с вынимаемыми для отсчета почвенными термометрами на постоянных станциях. Этим мы объясняем понижение температуры снизу, от вечной мерзлоты, на станции Сковородино, ошибочно принятое за замерзание почвы. Кроме того, следует заметить, что температура 0° еще не означает замерзания почвы,

как это мы могли убедиться на опыте в Гыданской тундре. При этой температуре почвенные слои еще талы и постепенно затвердевают, начиная сверху, при едва заметном охлаждении ниже 0°. В работе Качинского (1927, стр. 10—11), как и у других авторов, такое явление нашло достаточную оценку.

Наблюдения в низовьях р. Пура и в Гыданской тундре заставляет подозревать, что даже в условиях Арктики, при высоком уровне вечной мерзлоты, происходит некоторое запаздывание летнего максимума температуры почв, подобное запаздыванию в умеренных широтах, отчего при уже начавшемся замерзании поверхности почвы вечномерзлый слой еще продолжает некоторое время оттаивать. Смерзание же поверхностной зимней мерзлоты с вечной происходит односторонне путем нарастания первой из них. С этим утверждением согласуется наблюдение Пенина (1931, стр. 86), который сообщает, что с наступлением осенних заморозков почва вблизи посещенных им культбаз на Нижней Тунгуске и Хоседа продолжает оттаивать на глубине, имея запас тепла с лета, несмотря на вечную мерзлоту.

Глубина летнего оттаивания почв в области вечной мерзлоты находится в зависимости от степени зимнего промерзания их, в смысле низкой температуры почвы к началу лета, а эта температура в свою очередь зависит в частности от глубины и рыхлости снегового покрова. Распределение же снегов, обусловливая в значительной мере характер растительности, само связано с рельефом и той же растительностью. Поэтому прежде чем перейти к описанию влияния растительности на глубину летнего протаивания почв, мы вкратце остановимся на значении рельефа и распределения снегов на это явление в тундровой зоне.

Описывая распределение снегов в горах северной Швеции, Хамберг (Hamberg, 1907, стр. 44) замечает, что значение экспозиции склонов в северных частях Лапландии, где в средине лета солнце остается целый день над горизонтом, сглаживается. Совершенно к тому же выводу относительно глубины оттаивания вечной мерзлоты в почвах Арктики пришли и мы при своих исследованиях в Гыданской тундре (Городков, 1930, стр. 138). В Арктике для растительности и почв несравненно большее значение имеет ориентировка склонов не по отношению к странам света, но по отношению к ветрам, сметающим или навевающим снег. При этом снежный покров в области сплошной и высокой вечной мерзлоты влияет на глубину ее оттаивания иначе, чем на южном пределе вечной мерзлоты, где он может обусловить полное отсутствие мерзлоты или более глубокое оттаивание ее летом, предохраняя почву от сильного понижения температуры зимой и давая большое количество талых вод весной.

В глубокой тундре при ее плотном и в общем тонком снежном покрове последний может лишь несколько замедлить с начала зимы промерзание почвы, уменьшить температурные амплитуды в ней, препятствовать накоплению особенно низких температур, но не может оказать заметного

влияния на летний режим почв, так как он быстро исчезает весной. В результате, наименее защищенные снегом участки, обыкновенно с нарушенным растительным покровом, оказываются летом наиболее оттаявшими, а оснеженные места, особенно при наличии растительной дерновины, обладают повышенной мерзлотой. Особенно резко выступало это различие в Гыданской тундре при сравнении кустарников с пятнистыми тундрами. Между тем как под первыми мы обнаруживали вечную мерзлоту осенью на глубине около 40 см, на участках голых пятнистых тундр в таких же грунтах уровень мерзлоты находился вдвое и более глубже. Совершенно противоположное явление, как мы увидим в дальнейшем, наблюдается на южном пределе вечной мерзлоты.

Причина этого явления понятна: она заключается в особенно суровых зимних климатических условиях Арктики, где воздействие низких температур настолько сильно, что существующий снеговой и растительный покров не в состоянии предохранить почву от полного промерзания. В заключение заметим, что под влиянием солнечной радиации почва под снегом начинает нагреваться еще до его таяния, потому что снег немного проницаем для светлых тепловых и химических лучей. По определениям Хамберга, слой снега в 120 см еще пропускает около 0.5—5% света (Frödin, 1913, стр. 9). Рюбель (Rübel, 1922, стр. 59) сообщает меньшие числа на основании своих исследований в Швейцарии. Шалабанов (1903, стр. 271) также утверждает, что земля под снегом весной способна нагреваться даже немного выше 0°. О таком нагревании почвы под снегом даже в тундре сообщает Поле (1910, стр. 44).

Прямое и косвенное значение растительности — лесной, травянистой и лишайниково-моховой — на тепловой режим почв очень велико, но не всегда достаточно ясно (Берг, 1927, стр. 118). При учете этого значения, как и при снежном покрове, мы должны принимать во внимание общеклиматические условия страны, потому что растительный покров может оказывать совершенно различное влияние на глубину оттаивания почвы в области со сплошной и неглубокой вечной мерзлотой и на южном пределе вечной мерзлоты. В первом случае он сохраняет низкие температуры почвы в летнее время, не будучи в состоянии по общеклиматическим причинам достаточно защитить ее от проникновения холода зимой, а во втором — он не дает почве глубоко промерзнуть и не препятствует полному ее оттаиванию летом. Изолирующее значение растительного покрова и в том и в другом случае одинаково, но результаты противоположные по причине различных условий среды. Вероятно, недостаточным учетом этих посторонних условий и вызываются разногласия в оценке влияния растительного покрова на грунты в южных областях.

На значение мохового покрова для оттаивания почвы тундры обратил внимание еще Зуев (Паллас, 1788, стр. 27), который пишет, что на южной окраине Ямала, близ рек Щучьей и Лесной (Пыдераты) земля растаивает „по песчанным местам на две пядени, по низким и мшистым тундрам на

одну пядень не более; а по болотным топям обыкновенно под густым мхом чистой лед находится." Миддендорф (1862, стр. 405) также придает большое значение плохой теплопроводности мха, особенно торфяного, для оттаивания почвы. По исследованиям Фрёдина (Frödin, 1913, стр. 8, 11), на охлаждение почвы в Лунде (Швеция) травянистый покров оказывал приблизительно такое же защитное действие, как равный ему слой снега, и дневная амплитуда температур под растительным покровом достигала только 55% амплитуды под голой почвой. Присутствие мхов еще более увеличивало значение растительности. Мы, однако, не должны забывать того, что влажная мохово-торфянистая дерновина, если она сама не прикрыта достаточным снеговым слоем, оказывает свое защитное влияние лишь в талом состоянии, а после замерзания делается уже более хорошим проводником тепла.

Значение леса на режим почвенных температур велико. Как в области без вечной мерзлоты, так и с вечной мерзлотой лес оказывает охлаждающее влияние на почвы летом и согревающее зимой, по сравнению с открытыми местами (Берг, 1927, стр. 118—119). Летнее охлаждение зависит главным образом от затенения почвы и задержки таяния снега весной, а зимнее сохранение тепла обусловлено по преимуществу накоплением рыхлого снега. В области вечной мерзлоты это охлаждение почвы лесом сказывается в более высоком стоянии под ним уровня мерзлоты. Ячевский (1894, стр. 163) наблюдал по р. Питу, правому притоку Енисея, мерзлоту на открытом склоне на глубине 219 см, а в лесу на 132 см. Прасолов (1911, стр. 48) для степной полосы Забайкалья находит существенную разницу в мощности оттаявшего слоя в тенистых лиственных лесах и в кустарниках по сравнению со степью и несомкнутыми сосновыми борами. Под первыми мерзлота выше чем под вторыми. Аболин (1929, стр. 59) также нашел, что в Якутии густая растительность особенно лесная, сильно препятствует глубокому оттаиванию почвы. Таблицы Колоскова (1925, стр. 54—55) очень наглядно показывают, что в Приамурьи почвы под лесом холоднее летом и теплее зимой. Пархоменко (1931, стр. 92) наблюдал близ культбазы на р. Нижней Тунгуске в середине августа бóльшее оттаивание вечной мерзлоты под вырубками по сравнению с лесами.

В заключение следует отметить чрезвычайно важное значение проточных вод на понижение мерзлоты. Об этом согласно говорят многие исследователи. Миддендорф (1967, стр. 637) один из первых указал, что заливающие весной воды понижают мерзлоту на лайдах Таймырской тундры. При своих исследованиях в 1927 г. в Гыданской тундре мы иногда обнаруживали на склонах холмов некоторое понижение мерзлоты под ложбинками по сравнению со слабо повышенными промежутками между ними, несмотря на то, что первые были защищены растительной дерновиной, а вторые имели частично оголенную поверхность. Причиной понижения мерзлоты в ложбинках служили дождевые потоки, стекавшие по ним. Ячевский (1889, стр. 346—349) придает большое значение водам летних атмосфер-

ных осадков для разрушения мерзлоты, но почему то в очень малой степени считается с проточными водами. Кузенева (1911, стр. 69), описывая меньшее оттаивание мерзлоты в речных долинах бассейна р. Зеи по сравнению с водоразделами, отмечает понижение ее уровня на прибрежных повышенных релках. Никифоров (1912, стр. 53) пишет о резком падении мерзлого уровня близ рек и ручьев на севере Амурской области. По мнению Аболина (1913, стр. 35) циркулирующие в почве воды весьма сильно влияют на понижение и даже исчезновение горизонта мерзлоты. Обратное влияние оказывают застойные воды. Львов (1916, стр. 15, 109) считает циркулирующую ключевую и грунтовую воду главным фактором, съедающим мерзлоту. Для Анадырского края Сочава (Soczawa, 1930, стр. 250)



Фиг. 6. Река Воркута немного ниже рудника.

также отмечает важное значение весенних полых и снеговых вод на скорость понижения уровня вечной мерзлоты. Практика уже учла значение проточных вод, и на Аляске в большом масштабе применяется оттаивание вечной мерзлоты холодной водой при золотопромышленных работах. Существует несколько методов, на описании которых мы не будем останавливаться, отсылая читателя к книге Серебровского (1931, стр. 52—58).

Из литературы можно было бы привести еще не мало примеров влияния растительности, снегового покрова, качества грунта и пр. на почвенный климат и на вечную мерзлоту, но мы ограничимся лишь перечисленными и перейдем к своим исследованиям в бассейне р. Усы. В типичной тундре близ рудников на р. Воркуте, севернее последних лесных островков, мы встретили следующее распространение глубин оттаивания вечномерзлых грунтов в зависимости от физикогеографических условий (8—12 сентября). В связи с наиболее слабой теплопроводностью торфа участки

(№ 43) сравнительно мало распространенных здесь сфагновых торфяников оттаяли по более сухим, кочковатым местам всего на глубину 30—50 см, в мокрых понижениях на 65 см, в обнаженных пятнах полужидкого тяжелого суглинка, выступавшего местами среди неглубокого торфа, мерзлота была уже на глубине 100 см. По сведениям Керцелли (1911, стр. 44), в Большеземельской тундре осенью мерзлота залегала в залитых водой болотах на глубине от 60 до 100 см, а в кочкарных на глубине от 20 до 50 см. Такая разница в оттаивании зависит, по справедливому объяснению Андреева (1931, стр. 13), от того, что кочки, будучи наиболее выдающимися частями торфяника, наиболее сухи, а торф их наименее теплопроводен, между тем как увлажненные низинки и теплопроводнее и более подвержены воздействию стекающих дождевых и весенних вод. Наконец, голые глинистые пятна наименее защищены от проникновения тепла вглубь. Объяснение пониженного уровня вечной мерзлоты в мокрых болотах острова Колгуева по сравнению с кочками, какое дает Перфильев (1928, стр. 43), считающий это явление результатом понижения температуры в кочке под влиянием испарения растительностью воды, кажется нам мало обоснованным.

Разница в глубине оттаивания бугров и мокрых низин между ними еще более резко выступает в крупнобугристых торфяниках, на которых, по описанию Поле (Pohle, 1903, стр. 82, 84), относящемуся к южной части Канина полуострова, бугры оттаивали в конце лета всего на 33 см, а мокрые низины не имели мерзлоты. Он объяснял это незначительным промерзанием последних зимой. Мы прибавим к этому еще интенсивную деятельность весенних снеговых вод, заполняющих низины и текущих по ним. Даже для северной оконечности Канина Андреев (1931, стр. 13) отмечает высокую температуру (6—10° на глубине 60 см) в низинных ерсеях крупнобугристой тундры, между тем как бугры на глубине 40 см уже мерзлы.

Какое значение имеет мохово-торфянистая дерновина для глубины летнего оттаивания показывают две ямы, вырытые среди кустарниково-моховой тундры на второй террасе р. Воркуты (№ 45, 11 сентября). Несмотря на среднесуглинистый, умеренновлажный грунт, мерзлота его находилась лишь немного ниже, чем в торфянике, а именно, на 65 см. Причиной этому была рыхлая моховая дерновина, переходящая снизу в торфяной слой общей мощностью 15 см, и густой кустарник из *Betula nana* в 30 см высотой, затеняющий почву. Соответственно высокой мерзлоте и температуры почвы были на поверхности минерального субстрата (под торфом) 4.5°, на глубине 25 см 2.5° и на 50 см 1.5°.

Метрах в 50 по соседству от описанных ям была вырыта новая яма (№ 41, 9 сентября) под густым ивняком до 150 см высотой в широкой ложбине на краю террасы, где весной стекают талые воды. Получилась чрезвычайно наглядная иллюстрация влияния проточных вод на протаивание вечной мерзлоты. Мерзлота не была обнаружена до 310 см в коренной породе (глинистый сланец), сменившей на глубине 250 см слабо влажный

средний суглинок, и ход температур не позволяет расчитывать, чтобы она была и ниже. Температура поверхности (под дерновиной) 13.5°, на глубине 50 см 8.5°, на 100 см 7°, на 150 см 6.5°, на 200 см 5°, на 250 см 4.5°. Дно сухой ямы располагалось немного выше осеннего уреза воды р. Воркуты. Несомненно, что и зимнее промерзание под кустарником должно быть незначительным, несмотря на слабость тонкого мохового покрова, потому что в ложбину сносится снег, задерживаемый высокими зарослями.

Почти одинаковая картина получилась при исследовании ивняка до 200 см высотой (№ 39, 8 сентября), который протянулся узкой полосой по пологому склону холма в ложбинке весенних водотоков среди мелкоку-



Фиг. 7. Ландшафт в окрестностях рудника Воркута.

старниковых тундр с неглубокой вечной мерзлотой. Такие кустарники повсюду прорезали зелеными полосами осенний бурокрасный фон холмистой водораздельной тундры. Даже на 217 см мерзлота не была достигнута, глубже нельзя было производить раскопки из-за сильного оплывания пропитанного водой щебенчатого тяжелого суглинка. Температура под моховой дерновиной в 4—15 см 10°, на глубине 50 см 7.25°, на 100 см 6.25°. В этом отношении наблюдается сходство с вышеописанным кустарником, что заставляет предполагать или очень глубокое залегание вечной мерзлоты, или ее полное отсутствие. Любопытно, что и на Аляске протаявшие участки среди вечной мерзлоты узнаются золотоискателями по густым ивовым зарослям (Серебровский, 1931, стр. 41).

Наибольшую площадь в окрестностях рудников на р. Воркуте занимают различные ассоциации мелкокустарниковых тундр с лишайниковомоховым покровом. Среди них были выкопаны три ямы на плоских

вершинах пологих холмов и одна на третьей террасе р. Воркуты. Глубина оттаивания довольно значительно колеблется, и зависимость этих изменений от степени задернения и плотности кустарникового яруса из *Betula nana* наглядно выступает на прилагаемой табличке, где кроме вышеупомянутых величин приведен ход температур в оттаявшем слое. Грунт во всех случаях— тяжелый суглинок, пропитанный водой и оплывающий на стенках ямы.

№ 40, 9 IX

Дерновина:	
толщина	7—18 см
покрытие	100 %
Кустарник:	
высота	50 см
покрытие	80 %
Температура:	
воздух	21°
поверхн.	5.5° [1]
50 см	3°
100 „	мерзлота

№ 38, 8 IX

Дерновина:	
толщина	5—15 см
покрытие	100 %
Кустарник:	
высота	25—30 см
покрытие	60 %
Температура:	
поверхн.	7°
50 см	3°
104 „	мерзлота

№ 42, 10 IX

Дерновина:	
толщина	10 см
покрытие	80 %
Кустарник:	
высота	30 см
покрытие	50 %
Температура:	
поверхн.	6.5°
50 см	3.5°
100 „	1.5°
120 „	мерзлота

№ 46, 11 IX

Дерновина:	
толщина	3 см
покрытие	90 % (сильно выбита оленями)
Кустарник:	
высота	30—40 см
покрытие	50 %
Температура:	
воздух	6°
поверхн.	7°
50 см	5°
100 „	2.5°
145 „	мерзлота

Обращает на себя внимание сравнительно низкая температура поверхности почвы в последнем примере, при глубокой мерзлоте и слабой дерновине равная температуре под толстой торфянистой дерновиной первой ямы. Причиной этого служит низкая температура воздуха в момент наблюдения (6°), быстро отразившаяся на температуре незащищенной поверхности почвы.

Если исключить воздействие проточных вод, то максимального оттаивания следовало ожидать на открытых, а потому лишенных зимой снега, местах, без мохового покрова, без кустарников и без излишней влажности в почве, т. е. при таких условиях, когда летом тепло воздействует непосредственно на минеральный субстрат и не тратится на восполнение скры-

[1] Всюду под поверхностью разумеется поверхность минерального субстрата под дерновиной.

той теплоты плавления льда. И действительно, при раскопке участка пятнистой тундры (№ 47, 11 сентября) на хорошо дренированном краю коренного берега Воркуты мерзлота была обнаружена на глубине 210 см в супеси с галькой, прикрытой сверху слоями в 70 см тяжелого и 80 см легкого суглинка. Температура на поверхности голых пятен была 7° (при температуре воздуха 6°), на глубине 50 см 5.6°, на 100 см 4.2°, на 150 см 2.5°.

Из этого примера видно, что таяние мерзлоты сильнее задерживается большим количеством замерзшей влаги, чем плохой теплопроводностью сравнительно сухого грунта. Благотворное влияние слабой влажности



Фиг. 8. Река Адзьва близ рудника Тальбей.

грунта (сухих грунтов мы не встречали) на глубину оттаивания проявляется в кустарниковых тундрах с *Betula nana* по склонам холмов там, где почва достаточно дренирована и зимой не накапливает много холода, как это случается на обнаженных пятнистых тундрах, будучи прикрыта рыхлым слоем снега, который задерживается густыми кустарниками до 50—80 см высотой. Экспозиция пологих склонов роли не играет, более важно для оттаивания мерзлоты воздействие весенних вод, стекающих по склону. В качестве примера мы приведем яму (№ 44, 10 сентября), выкопанную в такой кустарниковой тундре на пологом восточном склоне холма. К сожалению, плотный щебенчатый слой, который сменил на глубине 170 см тяжелый суглинок, помешал достаточно углубить ее. Мерзлота не была обнаружена еще на глубине 205 см, но ход температур, весьма сходный с ходом температур под вышеописанной пятнистой тундрой, позволяет наметить ее уровень на глубине около 250 см. Температура поверхности почвы (под дерновиной в 8 см) была 7° при температуре воздуха 9.5°, на глубине 50 см 5.5°, на 100 см 4°, на 150 см 2.8°.

От подзоны типичной безлесной тундры в окрестностях рудника на Воркуте перейдем к лесотундре, характер вечной мерзлоты которой мы изучали с 9 до 11 августа в окрестностях рудника Тальбей на р. Адзьве. Исследования близ Тальбей, несмотря на сходство в рельефе страны, менее наглядны, чем на Воркуте, по двум причинам: во-первых, они были произведены в то время, когда талый слой не достиг своего наибольшего развития, и во-вторых, грунты здесь не столь однообразны, как на Воркуте. На последней мы встречаем почти исключительно моренные суглинки, лишь на довольно значительной глубине переходящие в коренные углистые сланцы, между тем как на Тальбей валунные суглинки, также налегающие на коренные сланцы, почти всегда покрыты сверху супесчаным слоем от 50 до 200 см. Такое изменение в механическом составе субстрата ведет к неправильному распределению почвенных температур и к трудно учитываемым колебаниям в глубине оттаивания.

Относительно мерзлоты близ Тальбей наблюдалась та же картина, как и на Воркуте, т. е. мерзлота повсеместна в плоскохолмистой тундре, но средняя глубина ее оттаивания была больше, несмотря на раннее исследование. Осенью, несомненно, разница будет еще значительнее, что и следовало ожидать при западном и несколько более южном положении Тальбей. Влияет и песчанистость грунта, ведущая к преобладанию лишайниковых тундр с меньшим развитием защищающих мерзлоту моховых дерновин и кустарников.

Влияние субстрата на глубину оттаивания хорошо выступает при сравнении двух ям. Обе были выкопаны на слабом южном склоне холмов, грунты обеих на глубине были пропитаны водой и оплывали, обе имели одинаковой мощности мохово-лишайниковую дерновину, сходную кустарниково-травянистую растительность, лишь яма № 15 имела несколько более высокий (20—40 см), редкий кустарник, который должен был бы способствовать менее быстрому и глубокому протаиванию летом.

№ 11, 9 VIII		№ 15, 9 VIII	
Дерновина:		Дерновина:	
толщина	2—3 см	толщина	2—6 см
покрытие	100%	покрытие	100%
Температура:		Температура:	
воздух	19°		
поверхность	14.25°	поверхность	13°
25 см	6.25°		
50 „	5°	50 см	5.5°
75 „	3.25°		
100 „	1.5°	100 „	3°
115 „	мерзлота	141 „	мерзлота

Грунтовые условия различались тем, что в яме № 11 супесь на глубине 40—60 см сменялась тяжелым суглинком, а в яме № 15 она шла до самой мерзлоты. По нашему мнению, здесь совершенно явно сказывается благоприятное значение песчанистости субстрата на прогревание почвы.

Подтверждением этого служит также яма № 16, вырытая на участке сухой пятнистой тундры с разрушенной дерновиной на крае коренного берега долины Адзьвы. Здесь наблюдался следующий ход почвенных температур сначала в супеси, а ниже 50 см в глинистой почве с мерзлотой на глубине 150 см: температура на поверхности 26.5°, на глубине 50 см 9.25°, на 100 см 4.5°, на 150 см 0.5°. Довольно резкий перелом в ходе температур ниже 50 см совпадает как-раз с появлением мокрой глины.

Когда мы вели свои исследования в окрестностях Тальбей, мы ожидали встретить наибольшее протаивание в грунтах с обнаженной от дерна поверхностью (развеянные пески, пятнистые тундры), как это бывает в глубокой тундре Западной Сибири. Однако, вблизи южной границы вечной мерзлоты в Северном крае наши предположения не оправдались: под пятнистыми тундрами протаивание действительно было в общем значительное, но меньшее, чем под кустарниками и даже под крупнокустарниковой тундрой. Мы уже объяснили это явление воздействием весенних проточных вод, которые более обильны и продолжительны на южном пределе тундры, а также влиянием раннего и значительного снегового покрова, защищающего здесь почву более, чем в типичной тундре. На то, что открытые, бесснежные зимой, а потому и сильно охлаждаемые, участки способны накапливать холод в глубине почвы настолько, что отрицательные температуры начинают перевешивать летнее прогревание, указывает также Колосков (1930, стр. 224). Он наблюдал такое явление на участке черного пара вблизи г. Благовещенска на Амуре.

Несмотря на различие в грунтах и на раннее время исследования, картина, подобная окрестностям рудника Воркута, повторилась и близ Тальбей. Ивняков по весенним водотокам, где вечной мерзлоты, вероятно, совершенно нет, мы не изучали, но для крупнокустарниковой тундры у нас имеется несколько ям. Наибольшая глубина оттаивания наблюдалась на пологом южном склоне холма (№ 14, 9 августа), заросшем густым (80% покрытия) кустарником из полярной березки и ив, высотой до 75—150 см, с почвой, прикрытой моховой дерновиной в 6—7 см. Несмотря на такие, казалось бы благоприятные условия для сохранения вечной мерзлоты, она не была обнаружена еще на глубине 271 см в пропитанной водой, но слабо плывущей глине, сверху на 100 см прикрытой мокрым супеском. Ход температур таков: поверхность почвы 17.75°, на глубине 50 см 7°, на 100 см 5.5°, на 150 см 4.5°, на 200 см 3°. Прощупывание ямы железным прутом позволяет подозревать еще не оттаявший грунт на глубине около 280 см. Столь глубокое нахождение мерзлоты на этом участке можно объяснить только влиянием весенних проточных вод, на что указывает и значительный процент ив в кустарниковом ярусе.

Обычная для склонов Тальбей кустарниковая тундра оттаивает на меньшую глубину, при чем мощность талого слоя колеблется в зависимости от толщины дерновины, затенения кустарником и качества грунта, при чем влияние всех этих факторов настолько переплетается, что трудно

установить, какой из них важнее. В качестве примера приведем описание двух ям.

№ 19, 11 VIII		№ 20, 11 VIII	
Дерновина:		**Дерновина:**	
толщина	1—2 см	толщина	8—9 см
покрытые	80%	покрытие	100%
Кустарник:		**Кустарник:**	
высота	40—50 см	высота	75—100 см
покрытие	50%	покрытие	80%
Температура:		**Температура:**	
		воздух	27°
		поверхность	14.5°
50 см	8°	50 см	6.5°
100 „	4.5°	100 „	4.5°
150 „	2°		
181 „	мерзлота	120 „	мерзлоты нет еще

Здесь на глубине 100 см мы наблюдаем одинаковую температуру, несмотря на значительную разницу в мощности дерновины и в густоте кустарника. Различие в этих двух факторах отразилось только в большей прогреваемости слоев почвы выше 100 см для ямы № 19. Причина уравнивания температуры глубоких слоев описанных (к сожалению, неполно) ям заключается в том, что супесчаный грунт в яме № 19 на глубине 40 см сменяется мокрым тяжелым суглинком, а в яме № 20 супесь, пропитанная водой, продолжается до глубины 120 см, на которой были прекращены раскопки.

Любопытно, что в лесотундре даже застойная влажность, если она не ведет к особенному развитию торфянистого покрова, влияет благотворно на понижение мерзлоты. Достаточно сравнить яму № 12 (9 августа), вырытую на крупнокочковатой тундре плоской вершины холма и имевшую мерзлоту на глубине 149 см, с ямой № 16 (10 августа) на пятнистой тундре (описана на стр. 41) с мерзлотой на 150 см, чтобы убедиться в этом. Грунтовые условия, кроме того что почва в яме № 16 была менее увлажнена по сравнению с пропитанным водой и оплывающим грунтом в яме № 12, оказались одинаковыми: в яме № 12 супесь сменялась тяжелым суглинком на глубине 60 см, а в яме № 16 то же происходило на глубине 50 см. Условия растительного покрова у ямы № 12 — сплошная дерновина в 4 см, кустарник — были несравненно более благоприятны для сохранения мерзлоты, чем на почти обнаженной поверхности пятнистой тундры. Едва ли испарение воды, более сильное в почве пятнистой тундры, имело какое-либо значительное охлаждающее влияние, по крайней мере ход температур под пятнистыми тундрами показывает большее прогревание их в верхних слоях.

В прибрежной лесной полосе р. Усы Керцелли (1911, стр. 28) также наблюдал пониженное нахождение мерзлоты в болотах, обильно залитых водой, по сравнению с болотами, поверхность которых сильно заросла мхами и водяными растениями. В первых мерзлота залегала в середине сентября на глубине до 100 см, а во вторых на меньшей, доходя до 35 см.

В торфяниках на долинной террасе р. Адзьвы вблизи Тальбей мы всегда находили мощность оттаявшего слоя в прямом соотношении с влажностью: сухой торф на буграх оттаивал на 40 см, более влажный на 50 см, а мерзлота в мокрых низинах в начале августа была уже на глубине 60 см. В переходных условиях от торфяников к тундрам мерзлота лежит на средней глубине. Например, в яме № 22 (11 августа) на террасе по южному коренному склону в долину Адзьвы, под торфянистой дерновиной в 9 см и под невысоким кустарником мерзлота в плотной глине, прикрытой слоем супеси на 20 см, была всего на глубине 108 см (без торфа).

На чертеже мерзлого бугра очень хорошо видна разница между едва оттаявшим сухим торфом на вершине и глубоко протаявшими склонами и низинками с мокрым торфом.

Для того, чтобы закончить изложение наших исследований в окрестностях Тальбей, остается еще упомянуть об островных лесах из ели, которые встречаются по крутым южным склонам коренного берега долины Адзьвы и на заливных гривках по краю реки. И в том и другом случаях мерзлота была обнаружена на совсем небольшой глубине. Мы считаем ее за остатки зимнего промерзания, сохранившиеся здесь до середины августа под защитой сильного затенения деревьями, высоким кустарником и пр. Под разреженным ельником (№ 17) на коренном склоне с мохово-торфянистой дерновиной в 25 см и с густым (90% покрытия) кустарником мерзлота была на глубине 90 см. Ход температур в глинистой почве, прикрытой сверху на 15 см супесью, следующий: на поверхности 4.5°, на глубине 25 см 3°, на 50 см 2°, на 75 см 0.75°. Под группой елей с густым, высоким ивняком в долине р. Адзьвы (№ 18) мерзлота обнаружена на 110 см. Грунт — слабо влажная супесь. Температура почвы под дерновиной в 2—3 см 13°, на глубине 25 см 5°, на 50 см 3.5°, на 75 см 1.5°, на 100 см 0.5°.

Исследования над вечной мерзлотой в окрестностях культбазы Хоседа-хард (14—15 августа) и селения Фион-пиан (27 августа), т. е. вблизи границы сплошных лесов, мы объединим в изложении. Будучи произведены в области, где уже широко распространены леса (южная лесотундра), они дали нам любопытный материал о взаимоотношении лесных насаждений и глубины оттаявшего слоя. Мы знаем, что в средних широтах лес охлаждает в летнее время почву, а в глубокой тундре кустарники соответственно задерживают оттаивание вечной мерзлоты. На открытых же местах и там и здесь прогревание почвы наибольшее. Поэтому при исследованиях на северном пределе лесов мы наибольшее внимание обратили

прежде всего на участки пятнистой тундры с разрушенным напочвенным покровом и на участки лесов, которые должны были характеризовать крайние пределы в колебаниях почвенных температур и в залегании верхнего уровня вечной мерзлоты.

В окрестностях Хоседа-хард было выкопано три ямы на сухой пятнистой тундре. Все они дали сходные результаты.

№ 29		№ 24		№ 27	
покрытие	30%	покрытие	20%		
Температура:		Температура:		Температура:	
поверхность	30°	поверхность	23°	поверхность	21°
50 см	10°	50 см	10.5°	50 см	9.5°
75 „	7°	75 „	7.5°		
100 „	3.25°	100 „	4°	100 „	3.75°
125 „	мерзлота	132 „	мерзлота	150 „	мерзлота

Разница в глубине оттаивания зависит от различных причин: от колебания в степени влажности, от разницы в механическом составе суглинков, слагающих грунты, и пр. В частности, более глубокое оттаивание в яме № 27 обусловлено расположением ее на слабом северном склоне, подверженном воздействию стекающих вод: ее почва и в момент исследования была мокрой, тогда как для двух других ям стоит отметка — „грунт влажный". Вообще, более глубокое оттаивание грунтов на склонах зависит в значительной мере от воздействия стекающих сверху и незастаивающихся вод. Это обстоятельство следует особенно иметь в виду, чтобы не впасть в ошибку и не приписать разницу в оттаивании ровных мест с застаивающимися грунтовыми водами и склонов лишь экспозиции последних.

В окрестностях Фион-пиан мы не встретили настоящих пятнистых тундр, какие были близ Хоседа-хард, но сходные условия в смысле ничтожного снежного покрова зимой и зависевшего от этого разрушения дерновины существовали на отдельных участках, и яма № 37, выкопанная на одном из них, имела следующий ход почвенных температур: поверхность 8°, 50 см 9.5°, 100 см 7°, 150 см 4.5°, 200 см 2°. Мерзлота в мокром легком суглинке, прикрытом сверху на 60 см супесью, находилась на глубине 236 см. Более глубокое оттаивание по сравнению с Хоседа-хард, несмотря на 50% покрытие почвы тонкой дерновиной, зависело и от более южного нахождения местности и от того, что исследование производилось несколько позднее. Не следует также упускать из вида и положения нашего участка на склоне, немного ниже болота, стекающие грунтовые воды которого действуют на мерзлоту.

Если мы обратимся к лесным участкам, мы заметим, что они располагаются чаще всего на склонах моренных холмов или окаймляют полосой дренированные прибрежья. При этом на пологих склонах никакой приуроченности к южной экспозиции не заметно. Леса выбирают местонахожде-

ния в зависимости от понижения уровня мерзлоты, на что заметно не влияет экспозиция пологих склонов, но что зависит главным образом от пути проточных вод. Если внимательно присмотреться, то можно заметить, что лесные острова чаще находятся в слабых ложбинках, а более выпуклые склоны, подобно плоским равнинам, дают приют кочковатым тундрообразным болотам, торфяникам или, изредка, пятнистым тундрам. Только что указанная причина позволяет лесам занимать казалось бы столь противоположные по своим экологическим условиям участки, как хорошо дренированные прибрежья, нередко сильно заболоченные склоны и даже низины. Для доказательства приведем три ямы, выкопанные в лесах Хоседа-хард и Фион-пиан.



Фиг. 9. Коренной берег р. Адзьвы с березняками между сел. Харута и Хоседа.

Яма № 28 особенно наглядна. Она была выкопана 14 августа на северовосточном пологом склоне холма к югу от Хоседа-хард среди группы редких елей и берез. Кругом располагаются сфагновые болота, кочковатые и пятнистые тундры и кустарники. Вечная мерзлота распространена повсюду на глубине от 60 до 150 см. Яму удалось углубить всего на 210 см, где еще мерзлоты не было. Дальнейшим раскопкам помешал сильно щебенчатый тяжелый суглинок с сочащейся выше него водой. Ход температур следующий: поверхность 11°, 50 см 5°, 100 см 3°, 150 см 2.25°. Почва прикрыта торфянистой дерновиной в 8 см. Вторая яма (№ 30, 15 августа) выкопана в более густом еловом лесу на очень пологом юговосточном склоне. Здесь с большим трудом удалось углубить ее до 193 см, потому что пропитанный водой супесок с прослойками глины сильно оплывал. Почва защищена от прогревания торфянистой дерновиной в 4—6 см

(покрытие 80%) и средней густоты кустарником (покрытие 40%). Несмотря на это мерзлота на указанной глубине обнаружена не была, а температура почвы дала следующие величины: поверхность 11°, 50 см 6°, 100 см 4°, 150 см 2.5°.

Столь незначительная температура в глубине почвы обеих ям как-будто свидетельствует о присутствии вечной мерзлоты на большой глубине, но мы убеждены, что это не так. Низкая температура почвы под лесами в окрестностях Хоседа-хард зависит лишь от холодных почвенных вод, притекающих от соседних вечно-мерзлых грунтов. Если бы вечная мерзлота присутствовала здесь, она неминуемо была бы в середине августа обнаружена на небольшой глубине под защитой древесного полога, кустарника и торфянистой дерновины, так как даже на совершенно незащищенных пятнистых тундрах по соседству мерзлота находилась в это время всего на каких-нибудь 120—150 см. В более северном Тальбей зимняя мерзлота в сходных условиях и почти в то же время была как-раз выше всего. Мы сомневаемся даже, чтобы под описываемыми лесами зимой наблюдалось глубокое промерзание, потому что снега особенно рыхлы и мощны именно под древесными насаждениями. Насколько медленно идет промерзание в таких условиях, показывает наше наблюдение в Западной Сибири в 1923 г., когда 25 декабря мы обнаружили в кедровом лесу несколько южнее озера Пяку-то (басс. р. Пур, около 63.5° с. ш.) под снегом в 50—60 см еще талый суглинок, прикрытый торфянистой мерзлой дерновиной всего в 15—20 см. В Гыданской тундре (70°47′ с. ш.) 6 ноября 1927 г. почва под занесенными снегом кустарниками промерзла лишь на 20 см.

Для сравнения, по соседству с ямой № 30 была вырыта яма № 31 в густом кустарнике (покрытие 80%) из *Betula nana* высотой 40—50 см. Такие сухие кустарниковые участки повсюду чередуются на пологом склоне холма с островными лесами и густыми болотистыми ивняками вдоль русел высохших ручьев. Сплошная торфянистая дерновина имела толщину 6—10 см. Температура под ней была 9.75°, на 50 см 3.5°, на 100 см 0.5°. Мерзлота в глинистом, сильно влажном супеске находилась на глубине 120 см. Столь большая разница в температурных условиях почвы под кустарником и лесом обусловлена тем, что лес рос в слабой ложбинке, а кустарник на выпуклине склона.

Близ Фион-пиана мы пытались обнаружить мерзлоту под елово-березовым лесом на краю коренного берега долины Усы. Сильная каменистость слабо влажной глинисто-супесчаной почвы позволила углубиться лишь на 150 см, где не было никаких признаков близкой мерзлоты. Температура почвы при температуре воздуха в 5.25° была 8.5° под дерновиной в 4 см, на 50 см 10.5°, на 100 см 9.5°.

Для того, чтобы получить представление о ходе температур в почвах таких же елово-березовых лесов уже вне пределов вечной мерзлоты, мы приведем описания двух ям в окрестностях сел. Адзьва-вом при устьи

р. Адзьвы. В яме № 1 супесь на глубине 115 см сменялась тяжелым суглинком, обильно увлажняемым грунтовой водой, стекающей из выше расположенных болот; в яме № 6 пропитанная водой супесь продолжалась до дна ямы, т. е. до глубины 270 см, где она была сильно сцементирована окислами железа.

№ 1, 30 VII		№ 6, 1 VIII	
Толщина дерновины 2—3 см		Толщина дерновины 6—8 см	
Температура:		Температура:	
воздух	12°	воздух	8.25°
поверхность	11.5°	поверхность	10.5°
50 см	10.5°	50 см	9.5°
100 „	9°	100 „	8°
150 „	7°	150 „	6.5°
200 „	5°	200 „	5°
250 „	3,5°		
300 „	2.5°		
353 „	мерзлоты нет	270 „	мерзлоты нет

В разреженных березовых островах среди болот в окрестностях Адзьва-вом мы наблюдали следующие температуры почвы. В яме № 5 (31 августа) при температуре воздуха 7.25° пропитанная водой супесь имела на поверхности, под тонким лишайниково-моховым покровом 11°, на 50 см 10.25°, на 100 см 8.5.° Мерзлоты не было еще и на глубине 215 см. В разреженном еловом острове там же (яма № 7, 1 августа) температура пропитанного водой и оплывающего легкого суглинка была на глубине 50 см 7.5°, несмотря на плотную моховую дерновину в 20 см.

Постепенно понижающаяся с глубиной температура почвы как-будто свидетельствует о нахождении вечной мерзлоты на большой глубине, на подобие некоторых почв Восточной Сибири, где уровень ее нередко лежит ниже 300 см (Сумгин, 1927, стр. 44—55). Однако, в Северном крае, южнее установленной нами границы вечной мерзлоты мы не рассчитываем найти ее глубже 300 см, если она не обнаружена выше, считаясь со сравнительно умеренными зимними температурами и достаточной защитой почвы от глубокого промерзания снегами. Низкие температуры в глубине талых грунтов под лесами мы объясняем воздействием холодных грунтовых вод, подтекающих со стороны — из торфяников и других участков с вечной мерзлотой. Этим мы как-будто отвергаем возможность существования реликтовой вечной мерзлоты, остатки которой могли сохраниться со времени ледникового периода. Ничуть не сомневаясь вообще в существовании вечномерзлых грунтов со времени великого оледенения, мы, однако, склонны считать глубокие участки ее на южном пределе за современное образование, потому что более теплый климат ксеротермического периода в послеледниковое время, когда климатические и растительные зоны продвинулись далеко к северу, едва ли мог способствовать сохранению вечной мерзлоты на современной ее южной границе. Оговариваемся, что наше соображение

применимо лишь для европейского севера с его более влажным климатом, потому что усиление континентальности климата в Азии должно было повести к расширению области вечной мерзлоты, несмотря на повышение средних летних температур.

За недостатком времени мы не могли поставить исследований над тем, как влияет на тепловое состояние грунтов человеческая деятельность. Лишь на культбазе Хоседа-хард мы выкопали две ямы, одну на пологом южном склоне коренного берега в долину р. Хоседа (№ 23, 14 августа), а другую на площадке близ больницы (№ 32, 15 августа). Грунт и в том и другом случае был одинаково пропитанный водой песок, только у первой ямы он был защищен торфянистой дерновиной в 7—10 см, а у второй оголен при постройке дома от поверхностных слоев почвы. В яме № 23 мерзлота обнаружена на глубине 115 см при температуре поверхности почвы под торфом 9°, на 50 см 6°, а в яме № 32 мерзлота не найдена еще на 210 см, при чем температура на глубине 130 см была 7.5°.

III. ВЛАЖНОСТЬ ГРУНТОВ СЕВЕРНОГО КРАЯ

Вечная мерзлота оказывает влияние на выработку ландшафта страны, воздействуя на земную поверхость. Одни (Драницын, 1914, стр. 25) приписывает ей консервирующее влияние на рельеф, другие (Högbom, 1914, стр. 263, 363), наоборот, считают вечную мерзлоту чрезвычайно важным геологическим деятелем, способствующим изменению рельефа в Арктике, третьи (Пархоменко, 1928, стр. 24) признают двоякую роль вечной мерзлоты цементирующую на северных склонах и способствующую разрушению участков суши, где мерзлота протаивает, но все исследователи согласно признают за вечной мерзлотой исключительное значение для гидрологического состояния грунтов. Мы считаем даже, что деформирующее влияние вечной мерзлоты на земную поверхность вызывается главным образом в результате изменения свойств грунтов, замерзающих и размерзающих в переувлажненном состоянии, которое, правда, может совершенно не зависеть от вечной мерзлоты, но которое особенно проявляется в районах с последней. Практическая деятельность человека наиболее страдает именно от повторных изменений микрорельефа под влиянием вечной мерзлоты.

Таким образом наиболее заметное воздействие вечной мерзлоты на среду выражается преимущественно косвенным путем, через посредство вызванного ею заболачивания грунта. Чаще всего влияние воды на земную поверхность в области вечной мерзлоты, кроме эрозии, связывают с ее способностью разжижать почву и расширять свой объем при замерзании, при чем нередко преувеличивают эти оба свойства, приписывая разжиженным грунтам способность целиком передвигаться подобно жидкому

телу в глубине и тем самым вызывать различные катастрофические явления выпячиваний, провалов, выливаний и пр., или переоценивая увеличение объема пропитывающей породу воды и объясняя исключительно этим деформации. В качестве примера первого можно привести воззрения Прохорова (1911, стр. 35, 36; 1912, стр. 47, 49) на передвижения плывунов в заболоченных грунтах Приамурья, а для второго характерны воззрения некоторых исследователей над пученьем почвы при замерзании (Сумгин, 1930, стр. 21).

Насколько велика влажность почв в районе вечной мерзлоты? Еще Бэр (Baer, 1838, стр. 402) писал, что лишенных всякой влажности почв в высоких широтах не встречается и что даже песок, летом совершенно высыхающий с поверхности, к наступлению зимы всегда пропитывается влагой. Позднейшие исследования вполне подтвердили сильную увлажненность, чаще даже переувлажненность, огромного большинства почв тундры и северного предела лесов, и если представление о всей тундровой зоне как о сплошном болоте и не отвечает действительности, относительно чего справедливо протестовал еще Шренк (Schrenk, 1848, стр. 531, 618), то представление о большой влажности почв Арктики совершенно правильно. Несколько менее заболочены почвы тундры в северной Сибири с ее сухим и сравнительно теплым летом, между тем как в Большеземельской тундре увлажненность почв особенно велика.

По подсчету Керцелли (1911, стр. 41) сухие пространства в Большеземельской тундре по маршруту от устья р. Адзьвы к Югорскому Шару составляли всего $^1/_3$ пути, при чем они были сухи лишь с поверхности, а ниже находился жидкий плывун из глины с песком. Руднев (1906, стр. 577), сделавший приблизительно тот же маршрут, приходит к иным выводам. Он пишет, что „Большеземельскую тундру нельзя назвать болотом — это равнина, сплошь испещренная невысокими холмами и сопками с сухими склонами“.

Наблюдения Сукачева (1911, стр. 53) показали, что в Карской тундре почти во всех глинистых почвах встречается на небольшой глубине плывучий горизонт. О существовании его и в тундре Западносибирской низменности свидетельствует Поле (Pohle, 1918, стр. 22).

Драницын (1916, стр. 13), изучавший почвы тундры на правобережьи Енисея, также сообщает о значительном избыточном увлажнении их. Однако, в отличие от других исследователей, он отрицает существование здесь постоянного плывунного состояния грунтов на некоторой глубине. Драницын, считает, что влага тундровых почв находится в пленочном состоянии и не мешает проникновению воздуха и связанных с этим аэрации и окислению. Плывун или мясига возникают лишь при отаптывании ямы, когда влага переходит из пленочного в капельножидкое состояние. Григорьев (1925, I, стр. 20) подтверждает мнение Драницына о пленочном состоянии влаги в почвах тундры на основании своих исследований в низовьях Печоры.

Наши наблюдения в Тазовской, Гыданской и Обской тундрах не расходятся с наблюдениями других исследователей. За исключением наиболее дренированных, холмистых песков мы редко встречали сравнительно сухую почву. В большинстве случаев она была сильно увлажнена, но степень этого увлажнения изменялась в зависимости от условий рельефа (дренажа) и времени лета. Наиболее пропитаны водой почвы были весной, когда еще не стекла влага растаявших снегов и не исчезли скопления льда в морозных трещинах. Позднее почва, даже глинистая, довольно значительно просыхала, так что при выкапывании ям они не заполнялись водой, а стенки их не оплывали, если только яма не была выкопана в болоте. Осенью, когда чаще стали выпадать дожди, несколько просохшие низинные болота снова были залиты водой, а почва повышенной тундры стала мокрее. С началом заморозков, и с прекращением выпадения атмосферных осадков в жидком виде почва снова несколько просохла. В общем можно было установить, что над уровнем вечной мерзлоты всегда существовал пропитанный водою слой, который опускался вниз по мере оттаивания мерзлоты и становился влажнее после выпадения дождей. Так как поверхность вечной мерзлоты не была ровной, но очень сильно колебалась на небольших протяжениях, влажность мокрого слоя над ней также изменялась: в углублениях микрорельефа мерзлоты она становилась больше, а на выпуклинах меньше. При этом, конечно, ни о каком передвижении полужидкого плывуна целиком не приходится и говорить. Мы вполне согласны с Аболиным (1913, стр. 93) и Драницыным (1914, стр. 42), что предположения о подпочвенном сползании в области вечной мерзлоты пропитанного плывуна из суглинистой массы не соответствует действительности. Различного типа сплывания, оползни и выливания возникают лишь на пересыщенной водой поверхности склонов или при выходе грунтовых вод и источников, в глубине же происходит лишь передвижение воды в жидком состоянии без нарушения естественного состояния грунтов.

Обстоятельные исследования Фрёдина (Frödin, 1918) дают хорошее представление о динамике сплывания почвы на склонах гор северной Скандинавии. Текучесть грунта наблюдается в альпийском поясе, где почва нередко пропитана водой залеживающихся снежных скоплений. Быстрому впитыванию талой воды почвой препятствует медленно оттаивающая зимняя мерзлота по окраине снежных пятен. Особенно развито сплывание почв на антлантическом склоне Скандинавских гор, где лето более холодно и влажно; на континентальном и теплом юговосточном склоне этот процесс происходит несравненно слабее. Сплывающие поверхностные слои сдвигают и прорывают растительную дерновину, образуя голые пятна и невысокие террасовидные уступы. О том, чтобы текучий грунт передвигался в глубине без разрыва и деформаций дерновинного покрова Фрёдин не сообщает. Нет таких сведений и в иной обширной литературе о текучих грунтах в Арктике, главным образом на Шпицбер-

гене, в Исландии, в северной Скандинавии (Högbom, 1914, стр. 328—371; Iohansson, 1914, стр. 83—95).

Различные выпячивания почвы, нередко связанные с катастрофическими явлениями, которые наблюдаются в области вечной мерзлоты Восточной Сибири, иного типа и связаны с выходом и замерзанием грунтовых вод, а не плывуна, как это явствует хотя бы из описания их Никифоровым (1912, стр. 61, 63—64), хотя сам автор и подозревает о довольно значительных передвижениях почвенного материала внутри непромерзающих слоев, по которым зимой движется вода. Сумгин (1930, стр. 23—24, 26) считает, что возможно и то и другое, т. е., что в некоторых природных условиях возможно передвижение целиком плывуна, а в других лишь насыщающей его воды. В своей сводной таблице он, однако, для большинства явлений, вызывающих бугрообразование, считает передвигающимися массами лишь воду (в отдельных случаях и плывун вместе с ней), оставляя передвижение плывунных масс лишь для пятнистой тундры и торфяных бугров без линз льда. Между тем ошибочность теории Сукачева, признаваемой Сумгиным и др., считающих пятнистую тундру результатом выливания при всяких условиях рельефа подпочвенных плывунов на поверхность под влиянием замерзания, для нас несомненна.

Происхождение голых пятен в тундре может быть различным: или как результат денудации слабой растительной дерновины, или в результате сплывания весной пропитанного водой поверхностного слоя, или от вымокания при застаивании весенней воды, или, наконец, выносом мелкозема на склонах водами, стекающими после сильных дождей. Преобладание того или другого способа образования пятнистых тундр зависит от климатических особенностей местности: в Арктике с более влажным климатом и более обильными осадками преобладают явления сплывания, а в континентальных областях ее более развита денудация, сплывание же грунта реже.

В Большеземельской тундре мы наблюдали пятна, происхождение которых можно было объяснить первыми тремя способами, при чем пятна сплывания встречались чаще. Впрочем и типичная пятнистая тундра, описанная нами в предыдущих главах, была нередка на открытых ветрам вершинах холмов. Очень часты промежуточные формы между этими двумя типами, возникающие на достаточно увлажняемых весной склонах. Среди мелкокустарниковой и кочковатой тундры на плоских вершинах холмов и на болотах нередки расплывшиеся пятна вымокания.

Сплывание разжиженных грунтов по склонам в тундре принципиально не отличается от обычных делювиальных процессов средних широт, своеобразные же формы, в которых оно проявляется, зависят от некоторых привходящих обстоятельств, к вечной мерзлоте не имеющих прямого отношения. В частности, горы северной Скандинавии, где явления сплывания особенно широко распространены, лишены вечной мерзлоты. Точно так же и тестообразная (плывунная) консистенция некоторых глинистых грунтов тундры, о которой пишет Керцелли, нами наблюдалась и вне

пределов вечной мерзлоты, например, под еловым лесом среди болот, в окрестностях сел. Аздьва-вом (яма № 7). Обратно, при исследованиях на р. Воркуте, где на вершинах холмов, сложенных тяжелыми моренными суглинками, почва близ поверхности нередко так была пропитана водой, что при копании ямы заливала выемку, ямы на дренированных склонах были достаточно сухи, да и в самых неблагоприятных плывунах при некоторых предосторожностях (избегать отаптывания ямы по краям) нам всегда удавалось не только углубиться до мерзлоты, но и успеть сделать почвенные и температурные наблюдения до того как стенки ямы начинали осыпаться от сочившейся воды. Таким образом избыточную увлажненность почв тундры нельзя считать чем-либо отличающейся от обычной заболоченности грунтов, свойственной всей северной части лесной зоны, не исключая и района, где вечной мерзлоты нет.

Отсутствие в лесной зоне пятен выливания зависит лишь от прочности растительной дерновины, скрепленной с почвой глубоко уходящими корнями деревьев и кустарников, между тем как в тундре тонкая лишайниково-моховая дерновина и поверхностно распространенные по причине низкой температуры грунта корни высших растений не закрепляют почвы. Пожалуй, лишь в этом смысле можно говорить о косвенном влиянии вечной мерзлоты на сплывание грунта. Во время наших исследований в тундре на р. Воркуте, р. Адзьве и в окрестностях Хоседа-хард мы повсюду встречали пятна сплывания на склонах холмов. Их внешность ничем не отличалась от внешности таких же пятен, неоднократно описанных для Скандинавии, только нам не приходилось встречаться с заливанием торфянистой дерновины, вероятно, в силу менее энергичного сплывания в условиях континентального климата.

Характерным отличием почв тундры может служить переувлажненный горизонт над самым уровнем вечной мерзлоты, отмечавшийся многими исследователями для грунтов с вечной мерзлотой и в лесной зоне (Сумгин, 1927, стр. 252). В районе наших исследований мы также обыкновенно имели избыточное увлажнение почвы над самым уровнем вечной мерзлоты, что легко объясняется ее водоупорными свойствами. Вместе с тем мы нередко могли обнаружить заметные на-глаз более влажные слои и выше уровня мерзлоты, при чем количество воды, сочившейся из них иногда бывало настолько велико, что вызывало обрушивание стенок ямы. Это явление наблюдалось одинаково и в тундровой и в лесной зоне.

Для того, чтобы дать представление об абсолютной влажности почв тундры осенью, ко времени ее замерзания, мы произвели исследавание трех ям в окрестностях рудника Воркута в середине сентября. Образцы для определения влажности и механического состава брались через каждые 25 см. Самое определение влажности производилось обычным способом, высушиванием проб в сушильном шкафу в течение 4 часов. Только поддержание единообразной температуры в 105° не могло быть соблюдено в полной мере по причине несовершенства оборудования походной лабо-

ратории в палатке, почему в некоторых случаях температура колебалась от 90° до 120°. Числа влажности представляют среднее из двух определений.

Глубина взятия пробы	Абс. влажн. в % к сух. навеске	> 1 мм	1—0.25	0.25—0.05	0.05—0.01	< 0.01
Яма 40 (9 IX). Тяжелый суглинок, переход к глинистой почве						
1—5 см	45.2		1.75	12.5	42.25	43.5
25 „	24.5		1.5	11.5	39.5	47.5
50 „	49.7		0.5	7.5	43.25	48.75
75 „	23.9					
100 „ (над мерзл.)	26.1		0.5	11.0	35.5	53.0
125 см (мерзлота)	18.4		1.25	15.75	40.25	42.75
Яма № 42 (10 IX). Тяжелый суглинок, переход к глинистой почве						
1—5 см	24.8	1.16	2.97	7.41	45.96	42.50
25 „	19.8	1.37	2.95	8.14	46.11	41.43
50 „	23.7	9.55	3.62	11.31	30.75	44.77
75 „	26.0	18.74	7.52	16.45	22.55	34.74
100 „ (мерзл. на 120 см)	25.8	16.90	6.23	17.86	18.91	40.10
125—130 „ (мерзлота)	23.3	16.11	7.55	22.23	22.02	32.09
Яма № 45 (12 IX). Средний суглинок, переход к тяжелому; внизу легкий суглинок						
1—5 см	31.4	0.54	14.67	17.16	42.52	25.11
25 „	34.4	—	3.25	9.50	47.25	40.0
50 „	33.2	—	1.25	6.75	56.75	35.25
65 „ (над мерзл.)	38.8	—	1.50	27.25	44.75	26.50
90 см (мерзлота)	30.8	—	3.75	66.25	15.75	14.25

Яма № 40 была выкопана на слабом склоне древней террасы р. Воркуты среди кустарниковой тундры из *Betula nana*.

Яма № 42 характеризует наиболее типичное местонахождение на плоской вершине холма по краю коренного берега долины Воркуты. Лишайниково-моховая тундра.

Яма № 45 выкопана на невысокой второй террасе р. Воркуты среди мохово-кустарниковой тундры с *Betula nana*.

Прежде всего бросается в глаза значительная влажность в ямах №№ 40 и 45, расположенных на террасах по склону материкового берега к реке, по сравнению с почвой на вершине холма, что можно объяснить подтоком воды сверху. На подобное увеличение влажности склонов, особенно в поверхностных горизонтах, обращает внимание и Качинский (1927, стр. 70). Абсолютная влажность почв на склоне к р. Воркуте нередко

превышает максимальную влагоемкость, между тем как в почве на вершине холма она не достигает ее.

Оценивая количество влаги в исследованных грунтах, мы видим, что оно сильно колеблется в различных слоях разреза. Частично эти различия во влажности можно объяснить несовершенством выемки образцов, которые брались из стенок ямы по мере ее углубления, частично за счет колебания в механическом составе грунта, но преимущественно за счет способности глинистых грунтов подолгу удерживать влагу атмосферных осадков при ее проникновении вглубь. Переменная погода с выпадающими дождями способствовала такому неравномерному распределению влажности в момент исследования. Сравнивая осеннюю влажность в почвах Воркуты с распределением влажности за октябрь в почвах Московской областной сельскохозяйственной опытной станции (Качинский, 1927, стр. 94, 96), мы не находим особенных различий, если исключить некоторое повышение влажности над уровнем вечной мерзлоты, но и оно выступает с достаточной ясностью в это время года лишь в яме № 45, имеющей более легкий и более проницаемый субстрат по сравнению с двумя другими ямами, где влажность глинистого грунта, например, в яме № 40, в отдельных верхних слоях значительно превышает влажность надмерзлотного слоя. Для того, чтобы получить правильное представление о соотношении абсолютной влажности в талом и в вечномерзлом слое, мы отнесли свои исследования на позднюю осень, когда можно было надеяться, что оттаивание грунта приблизилось к своей наибольшей глубине.

При условии признания вечномерзлой почвы водонепроницаемой следует ожидать, что ее никогда нерастаивающий слой, в случае отсутствия толстых прослоек льда, должен содержать меньше влажности по сравнению с расположенным над ним пропитанным водой талым слоем. Наши таблицы как-будто это подтверждают: во всех случаях влажность надмерзлотного слоя выше, чем мерзлого. Такое накопление влаги над мерзлотой служит доказательством признаваемой большинством непроницаемости мерзлоты для воды. Однако не следует смешивать в смысле водонепроницаемости вечномерзлые и временно замерзающие грунты. Исследования Качинского (1927, стр. 64—66) доказали способность замерзающих зимой грунтов пропускать воду через пустоты тем легче, чем меньше степень их увлажнения. Впрочем Сергеев (1929, стр. 50) и для района юговостока России считает, что „сплошная, более или менее сильная мерзлота почвы является непреодолимым препятствием к проникновению талых вод вглубь, за пределы мерзлого слоя“. Ни объяснение Качинского, ни отвергаемое им объяснение водопроницаемости мерзлой почвы Шалабанова (1903, стр. 272) не применимы к поверхностным слоям вечной мерзлоты, которые издавна получили все то количество влаги, которое они могли принять, и не в состоянии ее более поглотить или пропустить. В тех случаях, когда будет наблюдаться повышенная влажность вечномерзлого грунта по сравнению с примыкающим к нему талым

слоем, следует подозревать, что оттаивание почвы в глубину еще не достигло своего предела. Для поверхностных вечномерзлых грунтов применимо указание Качинского на абсолютную непроницаемость избыточно увлажненной почвы. Основываясь на переломе величины абсолютной влажности на границе наибольшего летнего протаивания, мы можем установить последнее даже зимой в сплошь промерзшей почве путем определения влажности взятых из разных глубин образцов, конечно, при условии однородности породы.

Водонепроницаемая, плотно цементированная льдом порода не образует сплошного панцыря в районе наших исследований. В главе о глубине летнего протаивания мы уже упоминали о местном отсутствии вечной мерзлоты даже в окрестностях рудника Воркута, в типичной тундре. Влажность этих таликов может быть различна: если талик связан с постоянным потоком воды, питаемым, например, из ближайшего болота или водоема, грунт его пропитан влагой; если же оттаивание мерзлого слоя зависит лишь от весенних вод, его грунт может быть слабо влажным, как это и наблюдалось нами в яме № 41 (Воркута). Коренные породы — углистые сланцы и пласты угля — также могут в различной степени содержать лед. Подверженные воздействию атмосферных осадков поверхностные слои до глубины нескольких метров содержат много льда, но глубже количество его уменьшается, так что иногда кристаллы льда с трудом можно заметить в порах отбитой породы. Параллельно с уменьшением прослоек льда увеличивается рыхлость породы, а значит облегчается и ее прохождение, которое очень затруднено при значительном содержании льда.

Мы указывали выше, что всевозможные выпучивания и оседания земной поверхности при замерзании и оттаивании почвы и связанные с этим разрушения вызываются исключительно содержащейся в почве водой. При своих работах на Усе мы не имели возможности произвести какие-либо исследования над динамическими процессами при замерзании и оттаивании влажных почв, однако мы считаем необходимым дать некоторое представление и об этих явлениях на основании литературных сведений и собственных наблюдений в тундре за прежние годы для того, чтобы наметить основные задачи в дальнейших исследованиях над осенним, зимним и весенним состоянием грунтов тундры.

О разбухании земли от замерзания заключенной в ней воды сообщает для Таймыра Миддендорф (1862, стр. 477). Первые исследователи железнодорожных пучин единогласно признают первостепенную важность воды в деле образования пучин и считают, что они не могут возникнуть одним лишь расширением содержащейся в них воды (Штукенберг, 1885, стр. 83; Ясинский, 1891, стр. 298), но что они связаны с подтоком высоких грунтовых вод и накоплением льда (Войслав, 1891, стр. 303). Позднейшие исследования вполне это подтвердили (Евдокимов-Рокотовский, 1931, стр. 58; Маландин, 1926, стр. 166 и др.). Однако, детали передвижения воды и накопления льда, несмотря на большую литературу, до сих пор

остаются спорными. В частности относительно распределения влажности в замерзающей почве существуют противоречия: одни считают, что при замерзании, особенно повторном, вода способна накапливаться в замерзающем слое, другие, наоборот, описывают выжимание воды при замерзании грунта. Возможно, что в сильно переувлажненных почвах происходит и то и другое.

Войслав (1891, стр. 301—302) замораживал образцы различных мелкоземистых пород во влажном состоянии и обнаружил, что увеличение их объема возрастало с содержанием воды, но не пропорционально, получившийся объем был всегда несколько больше теоретически вычисленного, хотя сухая порода и уменьшала свой объем. По оттаивании сохранялось некоторое увеличение объема. Замороженные образцы были заполнены ледяными иголками и пластинками; от расклинивания породы при кристаллизации воды образуются пустоты. Будучи помещена в воду, замерзшая порода поглощала заметное количество ее. Это количество повышается при новом замораживании, при чем объем породы может увеличиться до 40%, и вся она будет насквозь пронизана льдом. Поглощение притекающей воды идет за счет образующихся при замерзании трещин и пустот. На основании своих исследований Войслав (1891, стр. 304) предлагает для устранения пучин отводить грунтовые воды.

Еще ранее Штукенберг (1885, стр. 85, 87) также объяснял образование пучин значительным накоплением льда в верхней части замерзшего слоя. Им была даже создана теория образования напитывающих воду трещин в такой замерзшей почве на основе неправильного представления о расширении льда при понижении температуры. Эта ошибка от ложного толкования опытов с переохлажденной водой впоследствии повторялась и другими (Любимов, 1897, стр. 25; Финк, 1931, стр. 89).

Замораживание влажной почвы было произведено также Иоганссоном (Iohansson, 1914, стр. 93—94), который поместил почву с 31.6% воды в деревянный ящик и охладил верхнюю часть его. По замерзании вода распределилась следующим образом: 0—3 см—46.0%, 3—6 см—28.3%, 10—13 см—28.9%, 20—23 см—29.6%. По мнению Иоганссона, вода при замерзании действует разделяющим образом на почвенные частицы, и почва насасывает воду из нижележащих слоев. Приток воды снизу зависит от легкости передвижения ее в почве, в тяжелых глинах он очень затруднен, в легче проводящих почвах вода насасывается из бо́льшей глубины.

Накопление влаги в верхних горизонтах почвы при замерзании в природной обстановке неоднократно наблюдалось многими исследователями. О нем сообщает Качинский (1927, стр. 72—74) для Московской опытной станции, объясняя это явление замерзанием неучтенной буровым методом в талом состоянии воды, конденсацией водяных паров из глубины и поступлением сверху воды при оттепелях. Зимняя перегонка воды из глубины в поверхностный замерзающий горизонт, по мнению Лебедева (1930, стр. 212), подтверждается не только его собственными наблюде-

ниями, но наблюдениями многих других исследователей, работавших в средней и южной России и Средней Азии.

В начале зимы 1923 и 1927 гг. нам неоднократно приходилось раскапывать промерзшую на некоторую глубину почву и изучать замерзание оголенных от дерна участков в лесотундре низовьев р. Пур и в Гыданской тундре, т. е. в условиях неглубокой вечной мерзлоты. При этом мы всегда наблюдали одну и ту же картину. После первых ночных заморозков в начале октября моховая дерновина тундры замерзала сверху очень немного лишь с поверхности, влажная глинистая или песчаная почва под ней бывала совершенно талой. Обнаженные от дерна пятна покрывались мерзлой коркой в 1—3 см, которая позднее днем растаивала. Эта корка кончалась на краях пятен, где они соприкасались с лишайниково-моховой дерновиной. Мерзлая корка на сухих пятнистых тундрах состояла из суглинка с кристаллами льда, а на пятнах среди сырой моховой тундры из вертикально стоящих, плотно скученных призматических кристаллов льда с примесью глинистого субстрата. Последнего очень мало при сильно влажной почве и больше там, где почва суше. Ледяная корка легко снимается с мокрой земли. Снизу она имеет почти гладкую поверхность, а сверху сильно морщиниста и неровна от выступающих концов кристаллов льда. Такие же ледяные корки можно видеть на талой обнаженной почве и весной после заморозков. Вымораживание воды на поверхности оголенной почвы неоднократно описывалось различными авторами (Högbom, 1914, стр. 299—301; Dobrowolski, 1923, стр. 387—390). Хамберг (Hamberg, 1916, стр. 590, 592) сравнивает его с нарастанием кристаллов в растворе, отжимающих маточный рассол. Происхождение ледяных выростов в грубозернистых почвах он объясняет выдавливанием воды при неравномерном промерзании.

В более позднее время, когда атмосферные осадки начинают выпадать в твердом виде, и поверхностные слои почвы достаточно просохли, вымораживания воды уже не происходит, но, наоборот, самый, верхний слой голых пятен, до этого неоднократно оттаивавший, становится сухим сантиметров на 5—10, и от испарившегося льда остаются лишь мелкие поры, которые сохраняются и летом.

Остальная вода, избыточно увлажнявшая почву тундры, стекает, и уровень верховодки над вечной мерзлотой падает. Осенью 1923 г. в низовьях р. Пур мы наблюдали, как с прекращением осенних дождей быстро иссякли ручьи, а вода в ямах на опытном участке исчезла. Осушение тундры осенью идет не только путем стока, но и путем замерзания воды в верхних слоях почвы, где она собирается в виде кристаллов и прослоек до 5 мм толщиной. Весового послойного определения воды в замерзшей почве тундры мы не производили, но на-глаз, по количеству льда, было видно, что поверхностные слои более богаты влагой, т. е. в тундре происходит такое же передвижение воды при замерзании, как и в средних широтах, несмотря на присутствие вечной мерзлоты. При этом осушаются

промежуточные слои почвы, а над вечной мерзлотой остается пропитанный водой горизонт, замерзающий в последнюю очередь. Если после замерзания сделать разрез через голое пятно и соседние замшенные участки, можно заметить, что под первым происходит большее накопление ледяных прослоек, потому что обнаженная от дерна почва, быстрее промерзая, насасывает некоторое количество воды. Это вызывает выпячивание голого пятна тем большее, чем влажнее почва. Шмидт (Schmidt, 1872, стр. 72) описывает в Приенисейской тундре кучки земли, пронизанные ледяными иглами, благодаря образованию которых и возникли выпячивания. Пятна сухой пятнистой тундры остаются плоскими. Таким образом процесс осеннего промерзания тундры с обнаженными пятнами протекает обратно тому, как это представляет себе Григорьев (1925, 11, стр. 15). Выпучивание обыкновенных в тундре сырых пятен от накопления льда при замерзании выражается также в растрескивании мерзлой корки, которая нередко целиком поднимается под напором замерзающей в глубине полужидкой массы. Насколько высоко может пучиться при замерзании влажная почва, показывает нивелировка Датского (1931, стр. 127—129). На ст. Сковородино, Уссурийской жел. дор. повышение почвы зимой достигало 8—17 см. По сведениям Любимова (1897, стр. 3) коренные пучины на железных дорогах достигают 0.15—0.25 сажени (32—53 см), а верховые 0.01—0.015 сажени (2—3 см) в высоту. К зиме, когда замерзнет вся почва, разница уровней между обнаженными участками и остальной замшенной поверхностью тундры несколько сглаживается. Деформация голых пятен снова возобновляется весной, когда в морозные трещины, особенно обильно образующиеся на незащищенных дерновиной и снегом местах, попадает вода.

При оттаивании тундры поверхностный слой ее оказывается особенно переувлажненным в результате совокупного накопления воды атмосферных осадков и оттаивающих скоплений льда, сохранившихся с осени. В это время года особенно энергично протекают различные процессы сплывания почвы на склонах, вымокания и пр., потому что быстрому удалению весенних вод препятствует медленно оттаивающая сверху мерзлота. Летом почвы повышенной тундры, как мы указывали, несколько просыхают и в общем не отличаются от почв севера лесной зоны. Однако, если грунты тундры и болотистой лесной зоны весьма сходны по степени своего увлажнения в естественном состоянии, то при мелиорации их мы встретим различие. Между тем как дренаж в лесной зоне при отсутствии стойкой и высокой вечной мерзлоты значительно осушает почву, в тундре при ее поверхностной вечной мерзлоте дренажная сеть едва ли принесет особенную пользу, потому что непрерывно и медленно оттаивающая мерзлота и конденсация водяных паров из воздуха холодными слоями почвы должны сильно замедлить процессы осушения, особенно в случае глинистых грунтов.

IV. МОЩНОСТЬ ВЕЧНОМЕРЗЛОГО СЛОЯ В СЕВЕРНОМ КРАЕ

Глубина вечномерзлого слоя в целом занимала исследователей с того самого времени, как они познакомились с явлением вечной мерзлоты потому что она (глубина) вызывала не только теоретически-научный интерес, но требовалась при технических расчетах в горном деле, при водоснабжении, при различных строительных работах и пр. Но несмотря на это мы имеем недостаточно сведений о мощности вечной мерзлоты даже для наиболее изученного в этом отношении востока Сибири. Еще того



Фиг. 10. Выход штолен на берег р. Адзьвы близ рудника Тальбей.

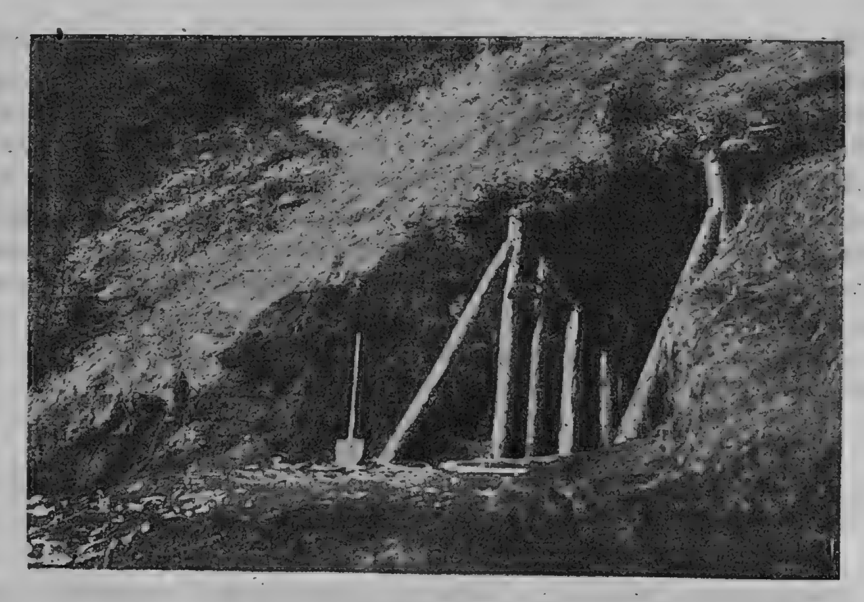
меньше сведений существует для Северного края. До последнего времени было лишь единственное указание Шренка (Schrenk, 1848, стр. 596—597) для окрестностей Пустозерска, где один из жителей при копании колодца обнаружил нижнюю границу вечной мерзлоты на глубине около 19 м (9 сажен).

Одной из задач наших исследований в бассейне р. Усы было определение мощности вечномерзлого слоя, однако, это оказалось невыполнимым в полной мере, потому что буровые работы, на которые мы рассчитывали, на рудниках еще не начинались, а немногие шурфы лишь едва углубились в землю. Тогда мы решили использовать для определения нужной нам величины метод, предложенный Поле (1910, стр. 46), при чем вместо нарочитого рытья ходов в горизонтальном направлении на обрывах коренных берегов рек мы использовали готовые штольнеобразные ходы для выработки угля на рудниках Тальбей и Воркута.

Добыча угля на руднике Тальбей летом 1931 г. только начиналась. Штольни рылись по простиранию пластов угля на месте их выхода на дневную поверхность по крутому южному обрыву коренного берега р. Адзьвы, частично заросшему ольхой (*Alnus fruticosa*). Во время нашего пребывания штольни углубились немного, самая длинная была всего около 6 м. Высоты их над уровнем реки на основании нашей барометрической нивелировки определены следующие: самая верхняя штольня № 8 на 14 м, затем № 7—8.2 м, № 5—5.8 м и самая нижняя № 5 (bis) — 1.2 м. Последняя, находившаяся ниже весеннего уровня воды Адзьвы, была заброшена. Дальнейшими раскопками в ней мы не обнаружили мерзлоты, хотя при начале проходки почва была еще мерзлой на некоторую глубину (остаток зимнего промерзания). Штольня № 5 шла в мерзлой породе, а в штольне № 7 мерзлота постепенно выклинилась. По позднее полученным сведениям она там затем снова появилась. Штольня № 8 была мерзлой. Точно так же в сплошной мерзлоте, за исключением верхних 2 м, проходил и шурф, вырытый на краю материкового склона, на высоте 11.6 м над уровнем реки. Основываясь на этих цифрах и на высоте в 33 м коренного берега долины над рекой, мы оцениваем глубину нижнего уровня вечной мерзлоты в 25—27 м. Местами мерзлая толща становится тоньше, как это видно из примера штольни № 7, где нижний уровень мерзлоты поднялся до глубины 20—22 м; местами она совсем исчезает, протаивая под действием проточных вод или выходящих из глубины источников. Как-раз километрах в 15 от рудника находятся теплые источники Пымва-шор с температурой в 29° (Керцелли, 1911, стр. 18).

На руднике Воркута штольни располагаются также по обрывам коренного берега р. Воркуты, при чем все они проходят в пределах вечномерзлого слоя. По этой причине нам не удалось определить глубину его. Можно сказать только, что мерзлота продолжается глубже 30 м, так как по данным топографической съемки средняя высота коренного берега над уровнем реки колеблется в пределах 30—50 м, а высота углубившейся на 15 м в берег штольни — около 3—4 м над водой. Ввиду более северного и восточного положения рудника Воркута по сравнению с Тальбеем надо ожидать здесь большей глубины вечномерзлого слоя. Еще севернее, на острове Вайгаче, по сведениям, доставленным Андреевым, шахты в бухте Варнека на глубине 25 м совершенно мерзлы и имеют температуру — 4°.

Глубокое проникновение вечной мерзлоты в грунты сказывается на внешности склонов в области распространения ее. Между тем как приречные обрывы (яры) коренных берегов Печоры и Усы, лишенные вечной мерзлоты, часто имели оползни огромных масс земли, такие же обрывы к северу от границы мерзлоты уже были лишены больших осыпей и оползней. Во втором случае дело ограничивалось лишь постепенным оплыванием и осыпанием медленно оттаивающего поверхностного слоя даже на пригреваемых южных склонах. Для нас непонятно, почему Григорьев



Фиг. 11. Выход штольни № 8 на руднике Тальбей.

(1924, II, стр. 53) считает громадные оползни характерными для тундровых рек, несмотря на признаваемое им цементирующее влияние вечной мерзлоты. Таким образом закрепляющее влияние вечной мерзлоты на се-



Фиг. 12. Штольня на руднике Воркута.

верных склонах, на что обращали внимание Крашенинников (1913, стр. 46) для Забайкалья и Пархоменко (1928, стр. 24) для Якутии, в тундровой зоне распространяется и на южные склоны, если они не содержат больших ледяных пластов.

Для практики существенное значение имеет глубокая вечная мерзлота при шахтном строительстве, потому что в этом случае не приходится особенно заботиться о креплении подземных ходов, как показывает опыт Аляски (Серебровский, 1931, стр. 125) и Восточной Сибири (Сумгин, 1927, стр. 304—305). Мы сомневаемся, чтобы можно было обойтись без креплений на руднике Тальбей, где штольни, как мы видели, иногда проходят под слоем вечной мерзлоты или пересекают талики, но на руднике Воркута с более мощной вечной мерзлотой может быть удастся использовать американский и сибирский опыт и по возможности уменьшить крепление деревом, доставка которого издалека в безлесную тундру обходится очень дорого.

V. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ И ПОЧВЫ НА СЕВЕРНОМ ПРЕДЕЛЕ ЛЕСОВ

В предыдущих главах мы нередко встречались с примерами, когда по растительности можно было судить о глубине сезонного протаивания мерзлоты. Последняя величина еще менее поддается математическому анализу, чем определение условий самого существования вечной мерзлоты, потому что она зависит от воздействия очень многих взаимно влияющих друг на друга и независимых причин. Поэтому при всевозможных исследованиях, связанных с определением глубины летнего протаивания мерзлоты, мы принуждены обязательно производить рытье ям, шурфов и траншей, что сопряжено с большими затратами времени, средств и рабочей силы, особенно в условиях северного предела лесов, где грунты заболочены, а мерзлота находится на довольно значительной глубине.

Заманчиво использовать способность растительности отражать условия среды, в которых она находится, и по внешности растительного покрова судить о глубине нахождения вечной мерзлоты. Именно основываясь на растительности, мы и начали свои поиски южного предела вечной мерзлоты на Печоре и Усе, где мы не имели возможности производить раскопок. Мы рассчитываем, что наше описание растительности и почв в бассейне р. Усы поможет разобраться во взаимоотношениях между ними и вечной мерзлотой и тем самым даст некоторый материал для практического использования при исследовании почвенногрунтовых условий нашего района.

Мы указывали на связь между южной границей вечной мерзлоты и торфяниками, между ивняками и местным отсутствием мерзлоты. Это были бросающиеся в глаза примеры, доступные и не специалисту, но не меньший практический интерес представляют и более тонкие изменения растительности, отражающие слабые колебания в уровне вечной мерзлоты. При этом не следует забывать, что растительный покров не только отражает условия среды, но и сам влияет на них, почему при дальнейших рас-

четах необходимо принимать во внимание могущие произойти изменения в положении верхнего горизонта вечной мерзлоты после уничтожения растительного покрова. Второе обстоятельство, с которым также необходимо считаться, это невозможность целиком перенести полученные сведения на иные географические районы, потому что связь между средой и растительностью меняется с изменением географического положения. Растительные ассоциации, характерные для определенного состояния почвенногрунтовых условий в Северном крае, могут в иных местностях характеризовать совсем другие условия.



Фиг. 13. Береза *(Betula tortuosa)* близ Хоседа-хард.

В теоретическом отношении изучение взаимной связи между растительностью и почвенногрунтовыми условиями, в частности с глубиной залегания мерзлоты, имеет большое значение для разрешения вопроса о причинах безлесия тундры и о стадиях перехода растительных ассоциаций лесной зоны в тундровые.

За недостатком времени мы не могли произвести полного геоботанического и почвенного исследования, поэтому сообщаемые материалы представляют известный интерес лишь потому, что ботаническая литература исключительно бедна фактическими сведениями о северном пределе лесов, особенно таким материалом, который связан с почвенногрунтовыми исследованиями. Впрочем Северный край находится в этом отношении в лучшем состоянии, чем другие части лесотундры СССР. В Тиманской тундре в 1892 г. работал Танфильев (1911, стр. 76). Он создал теорию безлесия тундры и отмирания крайних лесов, основываясь на свойствах почвогрунтов ее — их заболоченности — и на присутствии вечной мерзлоты.

К несколько иному выводу, также на основании исследований в Северном крае, пришел Поле (Pohle, 1917, стр. 206, 224), который, признавая, что северная граница лесов есть граница климатическая, объяснял изменение ее деятельностью человека, нарушающего равновесие между лесными и тундровыми формациями на северном пределе лесов.

Мы (Городков, 1929, стр. 238—239) считаем, что причиной безлесия служит совокупное воздействие почвенногрунтовых условий (низкой температуры почвы) и испарения во время вегетационного периода, создающих неблагоприятную обстановку для баланса влаги древесных растений. Согласно этой теории, безлесными будут те участки, где низкая температура почвы, задерживающая поглощение влаги корневой системой, сочетается с таким испарением во время вегетационного периода, при котором испаряющаяся влага не покрывается поступающей из земли. Отмирание лесов на северном пределе происходит под влиянием векового изменения климата в худшую сторону.

Основываясь на изложенном, естественно было искать безлесных участков прежде всего на местах с неглубокой мерзлотой. Так как повышенное положение вечной мерзлоты зависит от совокупного воздействия различных факторов, далеко не всегда возможно было связать существование лесных островов в лесотундре и безлесных участков в лесной зоне с определенными условиями увлажнения, экспозиции и пр. В каждом отдельном случае необходимо было исследовать почву и убедиться в отсутствии мерзлоты, а также выяснить те причины, которые благоприятствовали или вредили древесной растительности.

Мы начнем свое изложение с описания распространения лесных массивов в районе наших исследований. Распределение лесов вдоль Усы хорошо характеризовано Керцелли (1911, стр. 28—29). По его словам, лес здесь располагается неширокой полосой, достигающей вблизи Колвы, повидимому, 25—30 км, а далее к востоку суживающейся. В бассейне р. Адзьвы прибрежная полоса леса имеет всего 5—10 км. Она прерывается участками торфяников. Полоса леса по направлению к водоразделу разбивается на постепенно редеющие к северу острова. Ту же картину наблюдали мы и восточнее, на верхней Усе, только полоса березово-еловых лесов вдоль прибрежья еще более сузилась и близ сел. Ошвор разбилась на отдельные острова. Эти острова идут вверх по Усе еще выше Ельца, а на р. Воркуте совершенно исчезают километрах в 30 от устья.

В нашем распоряжении нет достаточного материала для описания сплошных лесов вдоль р. Усы, поэтому ограничимся указанием, на основании исследований Поле (1906, стр. 16—18), что они в большинстве относятся к типу каренги, т. е. елово-березового леса на заболоченных почвах с толстым моховым покровом, в котором преобладают *Polytrichum commune* и сфагны. Кустарниковый и травянистый ярус сильно изменяется в зависимости от степени заболоченности. В наименее заболоченных ассо-



Фиг. 14. Последние ели на среднем течении р. Воркуты.

циациях преобладают: *Ledum palustre, Empetrum nigrum, Vaccinium Vitis idaea, V. Myrtillus*, а в ассоциациях с торфянистым напочвенным покровом: *Rubus Chamaemorus, Equisetum sylvaticum, Betula nana* и многие чисто болотные формы.



Фиг. 15. Березняк (№ 1) близ сел. Адзьва-вом.

Для более сухой разности каренги (каренга II) Поле отмечает сильнейший подзол в фут и больше на глинистых почвах. Наши исследования на средней Усе никогда не обнаруживали в этих условиях подзолов, наоборот, суглинистые грунты были обыкновенно оподзолены слабо, часто

незаметно на глаз. Значительно больше оподзоленность под лесами на супесчаных грунтах при условиях достаточно хорошего дренажа. В качестве примера мы опишем два участка сильно измененных выборочной рубкой елово-березовых лесов близ сел. Адзьва-вом и Фион-пиан.

Первый из них (№ 1, 30 июля) находится на высокой террасе (15 м) р. Усы близ названного селения. Сильно разреженный рубкой древесный ярус состоит из кустистой березы (*Betula pubescens*) 4—5 м высотой. Единично встречаются пни крупной ели, ее подрост вместе с мелкой осиной разбросан повсюду. Средней густоты кустарник около 50 см высотой состоит из *Betula nana* cop.$_3$-cop.$_2$, *Ledum palustre* sp. (под деревьями), *Vaccinium uliginosum* sp., *Juniperus communis* sol. Средней густоты кустарничково-травянистый ярус образован: *Empetrum nigrum* cop.$_2$, *Vaccinium Myrtillus* cop.$_2$, *Deschampsia flexuosa* cop.$_1$, *Vaccinium Vitis idaea* cop.$_1$, *Carex globularis* sp., *Equisetum sylvaticum* sp. Лишайниково-моховой ярус состоит из *Pleurozium Schreberi* cop.$_3$, *Polytrichum commune* cop.$_2$, *Cladonia rangiferina* cop.$_1$, *C. sylvatica* cop.$_1$, *Dicranum Bergeri* cop.$_1$, *Nephroma arcticum* cop.$_1$, *Polytrichum strictum* cop.$_1$, *Cladonia gracilis* sp., *C. uncialis* sp. gr., *Dicranum scoparium* sp., *Hylocomium proliferum* sp. gr., *Lophozia* spec.-sp., *Peltigera aphthosa* sp., *Cladonia pleurota* sol. Лишайников больше на прогалинах.

Почва — маломощный подзол на супеси.

Дерновина A_0 — 2 — 3 см — рыхлая, торфянистая;
A_1 — 1 „ — темносерый, неясный, постепенно переходит в следующий;
A_2 — 5 — 7 „ — белесоватый;
B_1 — 2 — 3 „ — желтобурый с темнобурыми пятнами;
B_2 — 7 — 10 „ — желтобурый, постепенно переходит в верхний и нижний;
C — сероватожелтоватая супесь, едва влажная.

Другой почвенный разрез (№ 6) был сделан в таком же лесу на пологом склоне в долину р. Адзьвы 1 августа.

Дерновина A_0 — 6 — 8 см — рыхлоторфянистая, едва влажная;
A_1 — 2 — 4 „ — светлосерый, песчанистый, постепенно переходит в следующий;
A_2 — 10 — 12 „ — буроватобелесоватый, песчанистый, неравномерно пятнистый от расплывчатых буроватых пятен;
B_1 — 9 — 10 „ — бурый, песчаный, с отдельными неясными белесоватобурыми пятнами;
B_2 — 15 — 20 „ — желтобурый с темнобурыми более плотными пятнами и мелкими дробовидными включениями темнобурого цвета, постепенно переходит в C;
C — сероватожелтая, неслоистая супесь с мелкими чернобурыми дробовидными включениями и неясными бурыми пятнами и полосами; влажный, внизу оплывает.

В этом подзоле заметно слабое оглеение по сравнению с вышеописанным.

Участок у Фион-пиан (№ 34, 27 августа) находится также близ самого селения, на материке, в 0.25 км от берегового обрыва. Редкий, сильно

рубленый древесный ярус состоит из кустистой березы (*Betula pubescens*) и ели. Более крупные экземпляры последней (до 40 см диаметром) вырублены. Разбросан подрост ели и березы. Средней густоты кустарник (покрытие 40—50%) достигает высоты до 100 см и состоит из *Betula nana* $cop._3$, *Vaccinium uliginosum* $cop._1$, *Juniperus communis* sp. Кустарничково-травянистый ярус средней густоты (покрытие 60%) из *Empetrum nigrum* $cop._3$, *Vaccinium Myrtillus* $cop._3$, *Deschampsia flexuosa* $cop._2$, *Vaccinium Vitis idaea* $cop._1$, *Lycopodium clavatum* sp., *L. complanatum* sp. Лишайниково-моховой ярус покрывает до 80% почвы, остальное пространство занято подстилкой из сухих листьев. Лишайников больше на прогалинах. Ярус образован: *Pleurozium Schreberi* soc., *Cladonia sylvatica* $cop._2$, *Cladonia pleurota* $cop._1$, *Dicranum congestum* $cop._1$, *Polytrichum commune* $cop._1$, *P. juniperinum* $cop._1$, *P. strictum* $cop._1$, *Cladonia alpestris* sp., *C. deformis* sp., *C. rangiferina* sp., *C. uncialis* sp., *C.* spec.-sp., *Nephroma arcticum* sp., *Peltigera aphthosa* sp., *Stereocaulon paschale* sp., *Cladonia gracilis* sol., *Peltigera polydactyla* sol., *Ptilidium ciliare* sol. gr., *Ptilium Crista castrensis* sol. gr.

Почва — маломощный подзол на супеси.

Дерновина A_0 — 4 см — внизу торфянистая;
A_1 — 0.5 — 1 „ — серый, песчанистый, постепенно переходит в A_2;
A_2 — 4 — 15 „ — белесый, песчанистый, языками;
B — 10 — 25 „ — темножелтый, постепенно светлеющий книзу, пятнами;
C — желтая, с немногими ржавыми пятнами супесь с многочисленными валунами разной величины, на глубине 60 см местами несколько глинистая, слабо влажная.

Корни распространяются до глубины 80 см.

Сильно оподзоленные почвы в пределах лесотундры встречены под характерными лишайниковыми березняками с елью на высоких песчаных террасах. Между устьем р. Хоседа и сел. Харута на р. Адзьве такой березняк (№ 33) имел очень редкое насаждение из *Betula tortuosa* с елью. Под деревьями преобладает *Drepanocladus uncinatus* и *Pleurozium Schreberi*, на прогалинах — *Polytrichum piliferum* и *Stereocaulon tomentosum*. Кустарник группами из *Betula nana* $cop._2$, и *Juniperus communis* sp. Средней густоты кустарничково-травянистый ярус состоит из *Vaccinium Vitis idaea* $cop._2$, *Arctostaphylos Uva ursi* $cop._1$, *Empetrum nigrum* $cop._1$, *Festuca ovina* $cop._1$.

Почва — подзол на песке.

Дерновина — 1 см — мохово-лишайниковая;
наносный (золовый) песчаный слой — 5 см;
A_1 — 1 — 2 см — серый, песчаный;
A_2 — 5 — 12 „ — белесый, песчаный;
B — 15 — 20 „ — желтый, с темнобурыми пятнами, немного уплотненный, постепенно переходит в C;
C — желтый песок, с темнобурыми дробовидными включениями, едва влажный.

Эти описания относятся к ассоциациям наилучше дренированных песчаных грунтов, большинство же лесов, удаленных от русла реки, несравненно более заболочено, соответственно чему и их растительный покров приближается к описаниям Поле.

Для примера мы дадим краткое описание сильно заболоченного ельника (№ 7, 1 августа) среди сфагновых торфяников близ Адзьва-вом. К очень редко расставленным елям этого леса примешивается кустистая береза. Средней густоты кустарниковый и травянистый ярусы состоят из *Vaccinium uliginosum* cop.$_3$, *Andromeda polifolia* cop.$_1$, *Betula nana* cop.$_1$, *Calamagrostis neglecta* cop.$_1$, *Empetrum nigrum* cop.$_1$, *Rubus Chamaemorus* cop.$_1$, *Equisetum sylvaticum* sp., *Ledum palustre* sp., *Vaccinium Myrtillus* sp., *Eriophorum vaginatum* sol. Сплошной и толстый моховой покров образован преимущественно *Polytrichum commune* и сфагнами.

Почва — торфянистоглеевый легкий суглинок.

Дерновина — 5 см — внизу торфянистая;
A_0 — 15 „ — темнобурый, мокрый, рыхлый торф;
A_1 — 5 „ — темнобурый, мокрый;
G — серый с бурыми пятнами, пропитанный водой легкий суглинок.

Выкопанная яма тотчас заплывает.

Такие сильно замшенные леса могут существовать лишь южнее известного предела, который в Северном крае, вероятно, совпадает с установленной нами южной границей вечной мерзлоты. К северу от нее, как только почва будет покрыта достаточно мощной моховой дерновиной, в ней тотчас же уровень мерзлоты поднимается настолько, что древесная растительность уже не в состоянии произрастать. Поэтому последние лесные острова приурочены или к наименее заболоченным и достаточно прогреваемым песчаным грунтам, или к местам, подверженным воздействию проточных вод — речных и грунтовых. На р. Адзьве, где песчанистые грунты широко распространены, зависимость между ними и лесами выступала очень наглядно. Островки леса, пока они еще встречались на коренных берегах реки, были по преимуществу приурочены к супесям, но отсутствовали на глинистых почвах. Лишь крутые южные склоны и заливные гривы в долине были облесены независимо от качества слагавших их пород. Леса с подтоком грунтовых вод могут быть довольно значительно замшены, потому что здесь толстая моховая дерновина не влияет на развитие вечной мерзлоты, уничтожаемой подтекающими со стороны водами.

Соотношением между условием дренажа, качеством грунта, подтоком грунтовых вод и развитием изолирующей почву от прогревания моховой торфянистой дерновины и определяется появление среди лесов участков безлесных торфяников и кустарников из *Betula nana, Salix phylicifolia* и некоторых других ив. Вблизи сел. Адзьва-вом и Фион-пиан, на северном пределе сплошных лесов, еще возможно существование ельников или березняков на заболоченных супесях с довольно толстым напочвенным

покровом, севернее же елово-березовые леса сохраняются лишь на крутых южных склонах и на сухих песчаных холмах. В замшенных низинах они существуют только при условии удаления вечной мерзлоты проточными водами. Чаще всего мерзлота в них вовсе не обнаруживалась, но в иных случаях она находилась на небольшой глубине даже в середине августа, представляя остаток зимнего промерзания.

Для того, чтобы выяснить отношение между лесами и чередующимися с ними безлесными кустарниковыми ассоциациями, мы произвели 15 августа исследование двух соседних участков — леса и кустарника — в окрестностях Хоседа-хард. К северу от культбазы пологие склоны холмов на материке и такой же край коренного берега в долину р. Хоседа заросли островами березово-еловых лесов, чередующихся с ивняковыми болотами и кустарниками из *Betula nana*. Леса обыкновенно приурочены к слабым лощинкам с проточными грунтовыми водами на склонах холмов, а заросли полярной березки к более повышенным участкам среди них. Ивняки покрывают сильно заболоченные низины. Облесенные участки граничат с обширными кочковатыми болотами тундрового типа и торфяниками на плоскохолмистом водоразделе.



Фиг. 16. Заболоченный ельник (№ 7) близ сел. Адзьва-вом.

Описываемый лесок (№ 30) находится на юговосточном очень пологом склоне холма. Редкий (полнота 0.4) древесный ярус его состоит из ели до 10—12 м высотой, собранной группами. Среди нее единично попадается кустистая береза (*Betula tortuosa*). Подрост из ели единичен. Средней густоты (покрытие 40%) кустарник, занимающий прогалины, образован: *Betula nana* cop.$_2$, *Lonicera altaica* sp., *Salix glandulifera* sp., *S. glauca* sp., *S. lapponum* sp., *S. hastata* sol. Густой кустарничково-травянистый ярус (покрытие 70%) состоит из *Equisetum arvense* cop.$_3$, *Calamagrostis Langsdorffii* cop.$_2$, *Rubus Chamaemorus* cop.$_2$, *Vaccinium Myrtillus* cop.$_2$, *Geranium albiflorum* cop.$_1$, *Carex globularis* sp., *Comarum palustre* sp., *Epilobium angustifolium* sp., *Equisetum pratense* sp., *Rubus arcticus* sp., *Solidago Virga aurea* sp., *Nardosmia frigida* sol., *Veratrum Lobelianum* sol. Моховой ярус покрывает 80% площади. Он состоит из *Hylocomium proliferum* cop.$_3$ gr., *Pleurozium Schreberi* cop.$_3$ gr., *Polytrichum*



commune cop.$_2$, *P. juniperinum* cop.$_1$, *Aulacomnium palustre* sp., *Cladonia gracilis* sp., *Dicranum angustum* sp., *D. majus* sp., *Drepanocladus uncinatus* sp., *Lophozia* spec.-sp., *Polytrichum strictum* sp., *Sphagnum Warnstorfii* sp. gr., *S. Russowii* sp. gr., *Mnium* spec.-sol. gr., *Nephroma arcticum* sol. На деревьях немного *Parmelia duplicata.*

Почва:

Дерновина — 1 — 2 см — мох, постепенно переходит в следующий;
A_0 — 3 — 4 „ — черный, торфянистый;
A_1 — 10 — 11 „ — черный, землистоторфянистый;
C — 7 — 15 „ — темносерый, песчанистый, сильно влажный;
G_1 — 10 — 12 „ — желтоватосерая супесь с ржавыми пятнами и прослойками, постепенно переходит в следующий;
G_2(G) — сизосерая супесь с ржавыми примазками и пятнами, пропитана водой, на глубине 150 см включения сизой глины.

Описанную почву мы относим к скрытоподзолистоглеевой супеси. Такие почвы весьма обыкновенны под заболоченными лесами. Они сходны с подзолистоглеевыми почвами, описанными Завалишиным (1928) для окрестностей Ленинграда и Тихвина, только более северное и восточное положение района наших исследований отразилось в меньшей оподзоленности их. В большинстве случаев мы не можем морфологически выделить подгоризонт A_2, который даже в супесчаных разностях едва намечается в виде посветления нижней части подгоризонт A_1. Наши почвы сильно отличаются от подзолистоболотных почв Кольского полуострова, как их описывает Маркус (1922) тем, что они не имеют ясно выраженного горизонта B. Это и следовало ожидать при слабости процесса оподзоливания. Зато наши почвы одинаковы со скрытоподзолистоглеевыми почвами на северном пределе лесов Западносибирской низменности.

Даже на более дренированных участках, где глеевый слой находится несколько ниже, оподзоленность более глинистых разностей на-глаз едва заметна, как это можно видеть на разрезе, сделанном под безлесным кустарником (№ 31) на слабом повышении склона по соседству с только что описанным лесом. Густой кустарник его (покрытие 80%) с прогалинами имеет высоту в 40—50 см и состоит из *Betula nana* soc., *Ledum palustre* sp., *Vaccinium uliginosum* sp., *Salix phylicifolia* sol. Кустарничково-травянистый ярус средней густоты (покрытие 40%) образован: *Vaccinium Vitis idaea* cop.$_2$, *Empetrum nigrum* cop.$_1$, *Calamagrostis neglecta* sp., *Carex globularis* sp., *Rubus Chamaemorus* sp. Сплошной лишайниково-моховой ярус имеет площадь покрытия мхами 80%, а лишайниками 20%. Последних больше на освещенных прогалинах. Состав яруса: *Pleurozium Schreberi* cop.$_3$, *Cladonia sylvatica* cop.$_2$, *Polytrichum commune* cop.$_2$, *P. juniperinum* cop.$_2$, *Cladonia gracilis* cop.$_1$, *Dicranum congestum* cop.$_1$, *Cladonia pleurota* sp., *C. rangiferina* sp., *Dicranum elongatum* sp., *Polytrichum strictum* sp., *Aulacomnium palustre* sol., *Cetraria nivalis* sol., *Cladonia deformis* sol.

Почва — слабоподзолистоглеевый глинистый супесок.

Дерновина + A_0 — 6 — 10 см — внизу торфянистый;

A_1 — 3 — 8 „ — чернобурый, песчанистый, чередуется со светлобурыми пятнами (A_2?), постепенно переходит в следующий;

C — 10 — 15 „ — желтоватосерый глинистый супесок, пятнистый от бурых и темных пятен, едва влажный, постепенно переходит в следующий;

G — начинается на глубине 40—45 см и идет до мерзлоты на 120 см, сизоватосерый с обильными ржавыми пятнами и примазками.

На этих двух примерах очень хорошо видна зависимость древесной растительности от глубины нахождения вечной мерзлоты, вернее от низкой температуры почвы, обусловленной ею. Не менее нагляден и другой пример также из окрестностей Хоседа-хард (14 августа).

К югу от культбазы на берег р. Хоседа выходит высокий коренной край долины, обрывающийся крутыми ярами. Несмотря на то, что плоскохолмистая равнина изрезана оврагами, обширные крупнокочковатые торфяники, болотистые кустарники и моховые тундры подходят к самому берегу. Среди них, на склонах холмов разбросаны редкие елово-березовые лески, вернее группы деревьев. Мы исследовали один их них (№ 28). Два десятка елей высотой до 6 м растут на пологом северовосточном склоне холма. Насаждение чрезвычайно редкое (около 0.1). Среди елей попадается единично *Betula tortuosa.* Имеется довольно обильный подрост ели. Деревья с южной стороны коррадированы на некоторую высоту зимними ветрами, при основании ствола под защитой снега ветви остались нетронутыми. Кустарник средней густоты (покрытие 40%) состоит из *Betula nana* cop.$_2$, *Juniperus communis* sp., *Ledum palustre* sp., *Salix glauca* sp., *S. phylicifolia* sp., *Rosa acicularis* sol. Кустарничково-травянистый ярус (порытие 40%) образован: *Empetrum nigrum* cop.$_2$, *Vaccinium Myrtillus* cop.$_2$, *Carex globularis* cop.$_1$, *Epilobium angustifolium* sp., *Festuca ovina* sp., *Linnaea borealis* sp., *Lycopodium alpinum* sp., *Pedicularis lapponica* sp., *Vaccinium Vitis idaea* sp., *Rubus Chamaemorus* sp., *Rubus arcticus* sol. Сплошная лишайниково-моховая дерновина покрывает мелкокочковатую поверхность почвы. Она состоит из *Polytrichum strictum* cop.$_3$, *Sphagnum Girgensohnii* cop.$_2$ gr., *Cladonia sylvatica* cop.$_1$, *Nephroma arcticum* cop.$_1$, *Pleurozium Schreberi* cop.$_1$, *Polytrichum commune* cop.$_1$. *Sphagnum Russowii* cop.$_1$ gr., *Aulacomnium palustre* sp. gr., *Cladonia gracilis* sp., *C. rangiferina* sp., *Dicranum angustum* sp., *Hylocomium proliferum* sp., *Peltigera aphthosa* sp., *P. scabrosa* sp., *Cladonia pleurota* sol., *C. uncialis* sol.

Так как грунт под лесом более дренирован, чем в вышеописанных примерах, мы встретили здесь почти не оглеенную почву, которую должно причислить к скрытоподзолистым суглинкам, т. е. таким, которые не имеют морфологически выраженного горизонта вымывания A_2, но лишь горизонт накопления A_1 (Драницын, 1912, стр. 29).

Дерновина — 2 см;
A_0 — 6 „ — сухой, торфянистый;
A_1 — 1—2 „ — темносерый, постепенно переходит в следующий;
C — мелкокомковатый тяжелый суглинок, буроватосерый, влажный, на глубине 60 см ржавые пятна и примазки, тут же сочится вода; на глубине 100 см появляется обильная галька и щебень. Мерзлоты под леском мы не обнаружили еще на глубине 210 см, между тем как повсюду в окрестных безлесных местах она находилась на 100—150 см, а в моховых болотах даже выше.

Любопытно сравнить температуры в почвах наших трех участков. Под наилучше развитым древесным насаждением № 30 температура на глубине 50 см была 6,° соответствующая температура под угнетенным леском № 28 5,° а под безлесным кустарником № 31 3.5°; на глубине 100 см температуры таковы: № 30 4°, № 28 3° и № 31 0.5°; на глубине 150 см температура первых двух почти одинакова (2.5°), а третий имеет мерзлоту. Связь между развитием древесной растительности и относительными тепловыми условиями почвы сходных ассоциаций выступает довольно ясно. Но не следует придавать этим температурам абсолютного значения, потому что причины угнетения древесной растительности коренятся не в одной почвенной температуре, но в физиологическом воздействии ее в совокупности с другими факторами, главным образом испарением. Сами по себе довольно низкие температуры почвы могут не препятствовать произрастанию леса, как это показывают хотя бы наблюдения Келлера (1914, стр. 376) над почвенными температурами некоторых заболоченных лесов на Алтае. В главе о глубине летнего оттаивания мы сами даем несколько примеров более высоких температур почвы под безлесными участками в окрестностях той же культбазы.

В кажущемся противоречии с наблюдениями близ Хоседа-хард находятся наблюдения близ рудника Тальбей. Леса в окрестностях его располагаются уже исключительно в долине р. Адзьвы узкими полосками вдоль берега и по крутым южным склонам материка в долину. На этих местообитаниях надо ожидать пониженную вечную мерзлоту. На самом же деле при исследовании 10 августа мерзлота под лесами была более повышена, чем в открытой, безлесной тундре. Объяснение этому мы находим в том, что здесь мы имели дело с остатком зимнего промерзания, сохранившимся под тенистым пологом леса и кустарников до середины августа. Об этом свидетельствует глубокое распространение живых корней, которые доходят до уровня мерзлоты, чего не бывает при вечной мерзлоте. Следовало бы пробить мерзлую корку и убедиться, нет ли под ней незамерзающего зимой слоя, какой наблюдал Кузнецов (1916, стр. 9, 11) под лесами в низовьях Енисея в условиях вечной мерзлоты. К сожалению, недостаток времени помешал нам разрешить этот вопрос.

На крутом южном склоне в долину близ Тальбея (№ 17) деревья располагаются группами, прерываясь густыми кустарниками с отдельными елями. Высота редкого елового яруса со сбежистыми стволами достигает 10 м при диаметре в 30 см. Имеется подрост ели (sp.) и *Betula tortuosa* (sol.).

Кустарник до 150 см высотой густой (покрытие 90%), под деревьями исчезающий. Он состоит из *Betula nana* soc., *Vaccinium uliginosum* $cop._2$, *Lonicera altaica* sp., *Salix glandulifera* sp., *S. glauca* sp., *S. hastata* sp., *S. phylicifolia* sp., *Juniperus communis* sol., *Ledum palustre* sol., *Ribes pubescens* sol. Кустарничково-травянистый ярус (покрытие 30%) состоит из *Equisetum arvense* $cop._2$, *E. pratense* $cop._2$, *Carex globularis* $cop._1$, *Vaccinium Vitis idaea* $cop._1$, *Festuca ovina* sp., *Geranium sylvaticum* sp., *Nardosmia frigida* sp., *Pedicularis lapponica* sp., *Polygonum Bistorta* sp., *Rubus arcticus* sp., *R. Chamaemorus* sp., *Vaccinium Myrtillus* sp., *Empetrum nigrum* sol., *Equisetum scirpoides* sol., *Myosotis palustris* sol., *Solidago Virga aurea* sol., *Stellaria calycantha* sol. gr., *Vicia sepium* sol., *Bartsia alpina* sol., *Epilobium angustifolium* sol., *Parnassia palustris* sol., *Pirola grandiflora* sol., *Polygonum viviparum* sol., *Veronica longifolia* sol. Лишайниково-моховой покров занимает 70% площади. Он образован: *Hylocomium proliferum* $cop._3$, *Pleurozium Schreberi* $cop._2$, *Aulacomnium palustre* $cop._1$, *Cladonia sylvatica* $cop._1$ gr., *Peltigera aphthosa* $cop._1$, *Polytrichum commune* $cop._1$ gr., *Cladonia gracilis* sp., *C. rangiferina* sp., *Nephroma arcticum* sp., *Peltigera canina* sp., *P. scabrosa* sp., *Polytrichum strictum* sp., *Mnium* spec.-sol. gr.

Почва—торфянистая слабоподзолистая супесь.
Дерновина—4— 5 см — моховая;
A_0 — 10 „ — торфянистый, рыхлый;
A_1 — 3— 5 „ — темнобурый, землистоторфянистый, песчанистый;
A_2 — 4— 7 „ — бурый, постепенно переходит в верхний и нижний, песчанистый;
С — серая с немногими ржавыми пятнами глина, мокрая, с мерзлотой на глубине 90 см, на 15 см сверху супесь.
Корни до глубины 60 см.

Второй участок (№ 18) представляет одну из групп елей, растущих узкой полосой на невысокой береговой гривке в заливной долине реки, которая поднимается на 5 м над уровнем воды. Деревья имеют высоту до 8—10 м и до 30 см в диаметре. Встречается единичный еловый подрост. Между деревьями густой кустарник (покрытие 70%) до 100—120 см высотой состоит из *Salix glandulifera* $cop._3$, *Juniperus communis* $cop._1$, *Salix phylicifolia* sp., *Lonicera altaica* sol., *Ribes pubescens* sol. Густой травянистый ярус (покрытие 70%) состоит из *Equisetum arvense* $cop._2$, *E. pratense* $cop._2$, *Calamagrostis Langsdorffii* $cop._1$, *Geranium sylvaticum* $cop._1$, *Stellaria Bungeana* $cop._1$, *Aconitum excelsum* sp., *Adoxa Moschatellina* sp., *Alopecurus pratensis* sp., *Epilobium angustifolium* sp., *Galium boreale* sp., *Moehringia lateriflora* sp., *Poa pratensis* sp., *Thalictrum minus* sp., *Veratrum Lobelianum* sp., *Veronica longifolia* sp., *Cenolophium Fischeri* sol., *Festuca ovina* sol., *Polemonium acutiflorum* sol., *Stellaria hebecalyx* sol. Моховая дерновина тонкая, разорванная, занимает всего 40% поверхности, образована: *Brachythecium reflexum* sp., *B. salebrosum* sp., *Hylocomium proliferum* $cop._3$, *Rhythidiadelphus triquetrus* $cop._2$.

Почва — едва влажная аллювиальная супесь буроватосерого цвета; мерзлота на глубине 110 см. Корни идут до мерзлоты. Под дерновиной обнаружены земляные черви.

Если мы сравним почвенные температуры описанных близ Тальбея лесов с такими же температурами лесов Хоседа-хард, Адзьва-вом и Фион-пиан, мы обнаружим между ними большую разницу. Совершенно определенно выступает более высокая почвенная температура южных лесов, которая на глубине 50 и 100 см почти вдвое превышает соответственную температуру почв лесов на северном их пределе. Даже в сильно замшенном ельнике № 7 близ Адзьва-вом температура 1 августа на глубине 50 см (без дерновины) была 7.5°. Если же мы будем сравнивать для каждой отдельной местности почвенные температуры лесных и безлесных участков, мы не найдем такой большой разницы между ними. При этом в окрестностях Адзьва-вом и Фион-пиан, т. е. вблизи предела сплошных лесов, мы всегда наблюдаем под лесами более высокие температуры по сравнению с безлесными участками, особенно торфяниками; а близ северного предела лесных островов мы, наоборот, нередко встречаем обратное соотношение. Низкие почвенные температуры лесных островов в тундре объясняются задержкой в оттаивании почвы, затеняемой лесным и кустарниковым ярусом. Сравнительно позднее оттаивание почвы под замшенными лесами наблюдается и на юге нашей области. Поле (1906, стр. 16) пишет, что мерзлота в каренге Печорского края держится до начала июля. В низовьях Енисея, у Хантайки Кузнецов (1916, стр. 6) встречал мерзлый слой под моховыми лесами на глубине 10—25 см во второй половине июля. Почва открытых тундровых пространств имеет возможность оттаивать и прогреваться быстрее, хотя зимой она промерзает сильнее, чем защищенная толстым и рыхлым снеговым покровом почва под лесом. Там, где задержка в оттаивании лесной почвы переходит известный предел, начинается накопление холода, и возникает неглубокая вечная мерзлота, губительно действующая на древесную растительность в условиях тундровой зоны с ее непродолжительным летом и сильными ветрами, повышающими испарение.

Итак на северном пределе своего сплошного распространения леса способствуют улучшению почвенногрунтовых условий местообитаний, накопляя зимой снег, отепляющий почву. В северной лесотундре леса принужденные селиться лишь на наиболее благоприятных участках, по той или другой причине лишенных мерзлоты, наоборот, ухудшают температурные качества их почвы, затеняя поверхность земли и способствуя развитию рыхлой моховой дерновины. Пока отепление почвы снегом еще достаточно, лес растет, но как только баланс летнего и зимнего теплового состояния ухудшится, тотчас же это начнет сказываться на древесном ярусе. В наиболее неблагоприятных участках деревья частично погибают, насаждение разреживается и осветляется, после чего прекращается заторфовывание мхами, тепловой баланс почвы несколько улучшается,

а это позволяет сохранить свою жизнь остальным деревьям и подросту. Поэтому крайние леса севера и обладают столь разреженным древесным ярусом и большим количеством мертвых деревьев. Керцелли (1911, стр. 29) насчитывает в лесных островах близ р. Адзьвы до 15—20% усохших деревьев, а в самых северных островах около 35—50%. Это подтверждает и Григорьев (1924, I, стр. 87), отмечающий вместе с тем незначительность отмерших деревьев внутри самой лесотундры, которую он исследовал там же, где был и Керцелли, т. е. на р. Адзьве. Исследования в Большеземельской тундре позволили нам несколько детальнее разобраться в сложном вопросе динамики существования лесов на их северном пре-



Фиг. 17. Ельник (№ 17) по южному склону материкового берега близ рудника Тальбей.

деле, который мы (Городков, 1929, стр. 226) частично решали согласно с Григорьевым, считающим, что разреженность северных лесов зависит от малого пространства почвенного слоя с благоприятными температурами, где приходится развиваться корням деревьев.

Одна из задач, которую мы поставили себе при изучении растительности Большеземельской лесотундры, — это проследить стадии изменения растительных ассоциаций водораздельных торфяников при переходе их в тундры. В полной мере выполнить эти исследования за недостатком времени нам не удалось, но собранный материал все-таки дает некоторое представление о растительном покрове торфяных болот и тундр в районе их соприкосновения.

В главе о южной границе вечной мерзлоты мы уже сообщили о растительности торфяников на северной окраине лесной зоны (Адзьва-вом, Фион-пиан). Напомним, что для них характерно преобладание сфагнов в моховом покрове и местное присутствие вечной мерзлоты, вызывающей

бугрообразование. Бугры тем выше, чем глубже находится мерзлота, которая в мокрых низинах крупнобугристых болот и совсем отсутствует. По мере продвижения к северу торфяники становятся все более и более плоскими, мощность их торфяного слоя уменьшается, уменьшается также и площадь их распространения, между тем как близ южного предела вечной мерзлоты они иногда почти сплошь занимают водораздельные пространства, уступая место лесам лишь по прибрежьям рек. К северу от границы вечной мерзлоты холмистые водоразделы все более и более освобождаются от толстого торфяного покрова.

По словам Керцелли (1911, стр. 29, 31, 33), торфяники в посещенной им Большеземельской тундре не занимают особенно больших площадей за исключением отдельных участков, как например близ оз. Ямбо в верхнем течении р. Адзьвы, где и глубина торфа с прослойками песка достигает до 3—5 м. Мы согласны с Григорьевым (1924, I, стр. 85), что болота — реликтовые, и в наше время находятся в стадии интенсивной денудации, о чем свидетельствуют многочисленные древесные пни не только в толще торфа, но иногда выступающие и на поверхность.

Нам торфяники попадались редко, и их мощность, судя по береговым обнажениям, была невелика. На Адзьве они были чаще, а на Воркуте встретилось лишь два выхода сильно денудированных торфяников в нижнем течении реки уже вне пределов лесотундры. Один из них расположен на древней террасе Воркуты и имеет мощность в 100—150 см. На глубине 100 см встречается много древесных остатков (ель). Другой торфяник выходит на коренном берегу долины реки, поднимаясь на 10 м над урезом осенней воды. Мощность выхода торфа около 250 см. Поверхность торфяника сильно выветрена и заросла лишайниками: *Dicranum elongatum, Polytrichum strictum, Betula nana, Empetrum nigrum, Eriophorum vaginatum* (мало), *Ledum palustre, Rubus Chamaemorus* и др.

Анализ взятых образцов показывает низинный характер этого торфяника и плохое качество его торфа.

С глубины 50— 60 см — почти неразложившийся гипновый торф; состоит из листьев и стеблей мхов: *Calliergon giganteum, Drepanocladus*; остатки осок; влагалища и семена *Menyanthes trifoliata*; зольность — 4.46%;

100—110 „ сравнительно мало разложившийся осоково-гипновый торф; древесные остатки: обломки веточек березы (?); семена и остатки влагалищ *Menyanthes trifoliata*;

110—120 „ большое количество крупных остатков ели;

140—150 „ средне разложившийся осоковой торф с древесными остатками (сравнительно мелкие остатки веточек); семена осок;

180—190 „ плохо разложившийся гипново-осоковый торф; состоит из остатков листьев и стеблей *Calliergon stramineum*, корешков, листьев и плодов осок; остатки пушицы; зольность 10%;

250—260 „ почти неразложившийся гипновый торф с песком, состоящий из веточек, листьев и стеблей *Drepanocladus*; небольшое количество остатков листьев осок, семена их.

Соответственно уменьшению площади торфяников изменяется ландшафт водоразделов. Бугристые болота стягиваются в низины между холмами и в долины рек, а вершины пологих холмов занимаются весьма характерными крупнокочковатыми тундрами, которые по своей растительности приближаются к мелкобугристым торфяноковым комплексам лесной зоны на севере ее, но менее заболочены и заторфованы, а мокрые низинки их не имеют столь большого протяжения и глубокого торфяного слоя. Последний покрывает лишь повышения микрорельефа в виде больших кочек.

Для иллюстрации мы сначала опишем крупнокочковатый торфяник в окрестностях Хоседа-хард, который можно рассматривать как переход к вышеупомянутым крупнокочковатым тундрам. Такие торфяники повсюду распространены в южной лесотундре, чередуясь с более глубокими крупнобугристыми торфяниками. Участок № 25 (14 августа) находится на очень пологом склоне холма к югу от культбазы, примыкая к обширным торфяным болотам, уходящим по направлению водораздела. Болото представляет комплекс крупнокочковатых участков с мокрыми низинками. Местами поднимаются плоские бугры выпячивания до 100 см высотой и диаметром до 20 м с денудированным, голым торфом на поверхности. Торфяные кочки до 30 см высотой занимают 40—50% всей площади более сухих участков. На них и растет главным образом кустарник высотой до 30 см из *Ledum palustre* $cop._3$ и *Betula nana* $cop._1$. Кустарничково-травянистый ярус средней густоты (покрытие 40%) представлен: *Rubus Chamaemorus* $cop._3$, *Audromeda polifolia*, *Carex rotundata* sp. (в понижениях между кочками), *Empetrum nigrum* sp., *Eriophorum vaginatum* sp., *Oxycoccus microcarpus* sp., *Vaccinium uliginosum* sp., *V. Vitis idaea* sp. Лишайниково-моховой покров состоит из *Sphagnum fuscum* soc. (кочки), *S. balticum* $cop._3$ (понижения), *Polytrichum strictum* $cop._2$, *Cladonia gracilis* $cop._1$, *C. sylvatica* $cop._1$, *Dicranum angustum* $cop._1$, *Gymnocolea inflata* $cop._1$ gr. (в понижениях), *Cladonia amaurocraea* sp., *C. rangiferina* sp., *Ochrolechia tartarea* sp., *Sphagnum Warnstorfii* sp., *Cetraria nivalis* sol., *Cladonia* spec.-sol. Лишайники находятся по преимуществу на кочках. Мерзлота обнаружена в мокром торфе на глубине 50—60 см.

Соседняя мокрая низина в комплексе (№ 26) имеет площадь около 4000 кв. м. Ее пропитанный водой моховой покров с мерзлотой на глубине 63 см состоит из *Drepanocladus exannulatus* soc., *Sphagnum balticum* soc. gr. Травянистый ярус из *Carex rotundata* $cop._3$ и *Eriophorum Chamissonis* $cop._2$ покрывает 60% площади.

Сменяющая по водораздельным повышениям крупнокочковатые торфяники на севере ассоциация (№ 12) описана 9 августа близ Тальбея, где она широко распространена. Это — крупнокочковатая тундра на вершине плоского холма. 50% ее площади занимают кочки неправильной формы до 50—75 см высотой; между ними в сырых низинках иногда выступает вода. Кустарник до 40 см высотой концентрируется почти

исключительно на кочках, и площадь покрытия его приближается к 50%. Он состоит из *Ledum palustre* cop.$_3$, *Betula nana* cop.$_2$, *Salix glauca* sol., *S. phylicifolia* sol. Кустарничково-травянистый ярус, покрывающий около 70% площади, образован: *Empetrum nigrum* cop.$_3$, *Carex globularis* cop.$_2$, *Vaccinium Vitis idaea* cop.$_2$, *Rubus Chamaemorus* sp., *Vaccinium uliginosum* sp., *Lycopodium annotinum* sol. Лишайниково-моховой ярус на кочках хорошо развит, несмотря ни довольно густые верхние ярусы. В нем около 50% лишайников и столько же мхов. Иногда площадь покрытия тех или других повышается до 70%. Его состав: *Cladonia sylvatica* cop.$_3$, *Dicranum elongatum* cop.$_3$, *Cetraria nivalis* cop.$_2$, *Haplozia anomala* cop.$_1$, *Sphagnum compactum* cop.$_1$ gr., *S. acutifolium* cop.$_1$ gr., *Cetraria islandica* sp., *Cladonia amaurocraea* sp., *C. gracilis* sp., *C. pleurota* sp., *C. rangiferina* sp., *Dicranum congestum* sp., *Drepanocladus unicinatus* sp., *Pertusaria* spec.-sp. gr., *Polytrichum commune* sp., *P. juniperinum* sp., *P. strictum* sp., *Sphenolobus minutus* sp., *Cladonia alpestris* sol., *C.* spec.-sol., *Ochrolechia tartarea* sol.

В вымокших низинках между кочками (№ 13) нередко выступает мокрая супесь, покрытая черной коркой *Gymnocolea inflata* cop.$_3$; тут же встречаются *Cetraria hiascens* sp. gr., *Drepanocladus uncinatus* cop.$_2$, *Polytrichum commune* cop.$_2$, *Sphagnum compactum* sp. gr. Кустарничково-травянистый ярус занимает всего около 20% площади и состоит из *Carex globularis* sp., *C. rotundata* sp., *Eriophorum angustifolium* sp., *Betula nana* sol., *Vaccinium uliginosum* sol.

Почва — слабоподзолистоглеевая супесь.
Дерновина — 4 см — внизу торфянистая;
A_1 — 0.5 см — темнобурый, торфянистый;
A_2(G) — 7—16 „ — бурый, влажный, постепенно переходит в B;
B (G) — 12—15 „ — темнобурый влажный, пятнами, постепенно переходит в C;
C (G) — мокрая, желтая супесь до глубины 60 см, ниже сероватожелтый тяжелый суглинок с мерзлотой на 149 см, пропитан водой, оплывает.
Корни доходят до мерзлоты, но главная масса их до 25 см.

Описанная ассоциация отличается от сменяющих ее на юге торфяниковых комплексов (плоско- и крупнобугристых торфяников) тем, что ее кочки и чередующиеся с ними низинки невелики. В этом случае нередко трудно говорить о комплексности, хотя растительность, слагающая крупнокочковатую тундру, хорошо разделяется на две части: растительность кочек и низин.

Изучая растительные ассоциации плоскохолмистых водоразделов типичной тундры, мы встречаемся с еще меньшей комплексностью их, потому что поверхностное положение вечной мерзлоты по сравнению с лесотундрой и тем более лесной зоной уравнивает разницу между экологическими условиями повышений и понижений микрорельефа, которая была несравненно больше на юге и которая создавала комплексность торфяников. Кроме того, в этом случае, как и по отношению крупно-

кочковатой тундры, нельзя говорить о настоящих торфяниках: южные комплексные торфяники в тундровой зоне сменяются на водоразделах сначала переходными (в смысле комплексности) крупнокочковатыми тундрами, а севернее моховыми, на которых толстый торфяной слой и ясная комплексность, по нашему мнению, уже отсутствуют, а лишь наблюдается закономерное изменение растительности в мелких повышениях и понижениях микрорельефа в пределах одной ассоциации на подобие кочковатых болот лесной зоны.



Фиг. 18. Крупнокочковатая тундра (№ 12) близ рудника Тальбей.

Хотя мы и употребили выше выражение, что „комлексные торфяники сменяются крупнокочковатыми тундрами“, однако, не следует понимать, будто мы считаем те и другие ассоциации географически замещающими друг друга. На самом деле замещающие ассоциации для болотных комплексов совершенно иные, они присутствуют в тундровой зоне, но только их площадь чрезвычайно сокращена по сравнению с площадью, которую занимали они (вернее, южные члены этих объединенных ассоциаций) на севере лесной зоны. В тундровой зоне происходит настолько значительное изменение экологических условий многих местоположений по сравнению с такими же местоположениями в лесной, которое мы можем сравнить лишь с изменениями, происходящими на границе степей. Как там мы не можем назвать замещающими ассоциациями одинаковые по своим местоположениям ассоциации, например ковыльных степей и хвойных лесов, так и ассоциации водоразделов в тундровой зоне мы не можем считать замещающими по отношению к водораздельным торфяникам лесной зоны. Их замещающие ассоциации в тундре занимают уже иные местоположения, в данном случае переходят в низины. Примером служит

торфяник, описанный ниже для Воркуты (№ 43). В таком переходе основных по площади и по типу растительных ассоциаций на иные местоположения и их резкое сокращение по площади (например леса и степи, торфяники и тундры) мы видим признак, разграничивающий зоны друг от друга. В этом отношении может быть следовало бы лесную зону разделить на две — одну на севере, где на повышенных водоразделах господствуют сфагновые торфяники, а другую южную, с лесами на этих местоположениях, — и считать их равноценными тундровой и степной зонам.

Сообщаем описание плоскобугристого торфяникового комплекса (№ 43, 10 сентября) из окрестностей рудника Воркута. Торфяник расположен в низине между холмами и представляет чередование плоских бугров до 75 см высотой с обширными мокрыми низинами, заросшими сфагнами (*Sphagnum balticum*) и *Carex rotundata*. Поверхность повышений кочковата и на 70% покрыта невысоким (20—30 см) кустарником из *Ledum palustre* soc., *Betula nana* sp., *Vaccinium uliginosum* sp. Кустарниково-травянистый ярус средней густоты (покрытие 40%). Он состоит из *Carex globularis* cop.$_2$, *Rubus Chamaemorus* cop.$_1$, *Vaccinium Vitis idaea* cop.$_1$, *Calamagrostis neglecta* sp., *Eriophorum vaginatum* sol. Среди преобладающего мохового покрова торфяника лишайники занимают всего 10% площади. Состав этого яруса таков: *Sphagnum Girgensohnii* + *S. Russowii* cop.$_3$, *Dicranum angustum* cop.$_2$, *Polytrichum Jensenii* cop.$_2$, *P. strictum* cop.$_2$, *Sphagnum angustifolium* cop.$_2$, *Cladonia gracilis* cop.$_1$, *C. sylvatica* cop.$_1$, *Dicranum elongatum* cop.$_1$, *Pleurozium Schreberi* cop.$_1$ gr., *Aulacomnium palustre* sp., *Cladonia rangiferina* sp., *Pohlia nutans* sp., *Polytrichum commune* sp., *Cetraria islandica* sol., *Cladonia amaurocraea* sol., *C. furcata* sol., *C. pleurota* sol., *C. uncialis* sol., *Nephroma arcticum* sol.

Торфяник неглубок, кое-где среди кочек и бугров в низинках выступают голые участки пропитанного водой суглинка. В верхних горизонтах их встречаются синеватосерые и ржавые глеевые пятна и прослойки. Мерзлота находится здесь на глубине 100 см, между тем как торф едва оттаял под кочками на 30—50 см, а между ними на 65 см.

За отсутствием достаточного материала мы не в состоянии проследить, как изменяются по мере продвижения к северу, в иные подзоны, растительные ассоциации нашего района. Поэтому мы ограничимся описанием распределения растительности и почв в северной лесотундре по материалам, собранным в окрестностях рудника Тальбей, и в типичной тундре на основании исследований близ рудника Воркута. К сожалению, те и другие материалы несравнимы между собой, потому что близ Тальбея почвы развиваются на покровных супесях, а близ Воркуты на моренных тяжелых суглинках, которые соответственно влияют и на растительность. По этой причине иногда остается невыясненным, что обусловливает разницу в растительности, в почвах и в глубине оттаивания вечной мерзлоты — качество грунта или климатические условия.

Северной лесотундрой мы называем ту часть лесотундры, где леса встречаются почти исключительно вдоль речных долин, не удаляясь от них в сторону, и где водораздельные растительные ассоциации относятся уже к настоящим тундрам с их слабым торфянистым покровом и характерной флорой. Сфагновые торфяники, еще достаточно распространенные в южной лесотундре, здесь скопляются по преимуществу в речных и озерных долинах. Вечная мерзлота встречается повсюду, она отсутствует лишь в речных долинах и под кустарниками на месте проточных грунтовых вод.



Фиг. 19. Ландшафт в окрестностях рудника Тальбей.

Окрестности Тальбея имеют характерный для равнинной тундры ландшафт с пологими холмами, которые сменяются плоскими низинами с речками или болотами. Разница высот между холмами и низинами достигает 15—20 м. Этот моренный ландшафт по мере приближения к лесной зоне несколько сглаживается глубокими торфяниками. Плоские вершины холмов наименее дренированы, почему здесь особенно распространена крупнокочковатая тундра, уже описанная выше (№ 12). По мере приближения к краю холма, где снеговой покров зимой незначителен, так как сдувается ветром, кустарники уменьшаются, увеличивается количество обнаженных от растительности пятен и, наконец, на перегибе склона мы нередко встречаем сухую пятнистую тундру, а когда воздействие ветра особенно сильно, то и котлы выдувания. Супесчаный почвенный покров в Тальбее не способствует развитию особенно характерной пятнистой тундры с резкими морозными трещинами, ограничивающими голые расплывшиеся пятна, как это наблюдается на глинистых породах, но все-таки и здесь имеются достаточно типичные участки.

В окрестностях Тальбея мы описали 10 августа почву одного такого участка (№ 16) на краю материкового склона в долину р. Адзьвы. В этих условиях особенно сильно проявляется денудирующая способность зимних ветров, шлифующих снегом выступающую на дневную поверхность растительность, которая состоит главным образом из распластанных кустарничков *Arctostaphylos alpina*, *Empetrum nigrum*, *Vaccinium uliginosum* и др., ютящихся среди лишайников и мхов в ложбинах морозных трещин. Яма была вырыта под замшенным участком.

Почва — подзолистая супесь.
Дерновина — 1— 2 см — сухая, снизу немного торфянистая;
A_1 — 0.5 „ — серый, торфянисто-землистый;
A_2 — 2— 3 „ — сероватобурый, песчанистый;
B — 5—12 „ — желтобурый, песчанистый, неровный;
C — желтая супесь до глубины 50 см, ниже мокрая глина, очень вязкая.
Корни идут до глубины 100 см, мерзлота на 150 см.

Для того, чтобы дать более полное представление о растительности пятнистых тундр — первых безлесных тундровых ассоциаций, мы сообщим здесь описания нескольких участков, сделанные нами в южной лесотундре.

В первый раз, подвигаясь к северному пределу лесов, мы встретили хорошо дренированный, незаболоченный и безлесный участок в окрестностях сел. Фион-пиан 27 августа (№ 37). Он находится в верхней части открытого склона холма и далее постепенно переходит в крупнокочковатый неглубокий торфяник. Зимой эта часть склона, повидимому, едва прикрыта снегом, о чем свидетельствуют неясно очерченные голые пятна земли среди разорванного растительного покрова и два экземпляра изуродованной снеговой корразией ели высотою до 150 см. Кустарник средней густоты (покрытие 40%) из *Betula nana* cop.$_2$, *Ledum palustre* sp., *Vaccinium uliginosum* sp. Отдельные кусты достигают 25 см высоты. Кустарничково-травянистый ярус редкий (покрытие 30%) из *Empetrum nigrum* cop.$_2$, *Calamagrostis neglecta* cop.$_1$, *Vaccinium Vitis idaea* cop.$_1$, *Arctostaphylos alpina* sp. gr., *Festuca ovina* sp. gr., *Luzula confusa* sol. Лишайниково-моховой ярус, сильно потравленный оленями, занимает всего 50% площади, чередуясь с оголенными местами. В нем половина мхов, половина лишайников. Его общий состав таков: *Polytrichum hyperboreum* cop.$_3$, *Cetraria nivalis* cop.$_2$, *Dicranum elongatum* cop.$_1$, *Stereocaulon paschale* cop.$_1$, *Cladonia pleurota* sp., *C. rangiferina* sp., *C. sylvatica* sp., *C. uncialis* sp., *Ochrolechia tartarea* sp., *Polytrichum juniperinum* sp., *Cladonia gracilis* sol.

Почва — подзолистая супесь с белесым горизонтом.
A_2 — 2—12 см желтого цвета.
B — 5— 6 „ „ „
Корни заходят до глубины 150, мерзлота на 236 см.

Настоящая пятнистая тундра описана нами несколько раз севернее в окрестностях Хоседа-хард. Один участок (№ 24, 14 августа) около

4000 кв. м находится на краю пологого северного склона в долину р. Хоседа. Голые и зарастающие пятна его имеют от 50 до 200 см в диаметре, они расплылись от весенних и дождевых вод и так затвердели. Поверхность их ступенчата. Морозные трещины не заметны. Растительность занимает всего 20% площади, располагаясь полосами по ложбинкам между пятнами. Приземистый кустарниково-травянистый покров едва поднимается до 20 см и занимает 50% задернованной площади. Он состоит из *Empetrum nigrum* $cop._3$, *Calamagrostis neglecta* $cop._2$, *Betula nana* $cop._1$, *Vaccinium uliginosum* $cop._1$, *Arctostaphylos alpina* sp., *Equise-*



Фиг. 20. Пятнистая тундра (№ 24) близ Хоседа-хард.

tum arvense sp., *Festuca ovina* sp., *Ledum palustre* sp., *Salix glauca* sp., *Vaccinium Vitis idaea* sp., *Eriophorum vaginatum* sol., *Luzula confusa* sol., *Salix phylicifolia* sol. Лишайниково-моховой ярус высохший, растрескавшийся от сухости, часто отмерший. Его образуют: *Dicranum congestum* $cop._3$, *Cladonia uncialis* $cop._2$, *Polytrichum hyperboreum* $cop._2$, *Nephroma arcticum* $cop._1$, *Ochrolechia tartarea* $cop._1$, *Stereocaulon paschale* $cop._1$, *Cetraria cucullata* sp., *C. nivalis* sp., *Cladonia gracilis* sp., *C. sylvatica* sp., *Ptilidium ciliare* sp., *Sphaerophorus globosus* sp., *Cetraria rigida* sol. На пятнах попадаются *Pogonatum capillare, Polytrichum piliferum.*

Под суглинистыми голыми пятнами почвенные горизонты неразличимы, но под дерновиной располагается скрытоподзолистоглееватый суглинок.

Дерновина — 3 см — снизу торфянистая;

A_1—2—3 „ — темносерый, песчанистый, пятнами, постепенно переходит в следующий;

G_1—4 „ — буроватожелтый, влажный, песчанистый, постепенно переходит в следующий;

C (G) — глинистый, влажный, желтоватосерый.

Корни идут до глубины 80 см, мерзлота на 132 см.

Очень близкая почва (№ 27) наблюдалась нами в тот же день на северном склоне пологого холма. Поверхность земли разбита ложбинками с морозными трещинами, где прячется растительность. Под голыми пятнами почвенные горизонты не заметны. Под моховой, торфянистой дерновиной располагается скрытоподзолистоглееватый суглинок.

Дерновина — 2— 3 см — моховая;
A_0 — 4 „ — темносерый, землистоторфянистый;
A_1 — 3— 4 „ — буроватосерый, песчанистый, влажный;
G_1 — 5—10 „ — буроватожелтый, песчанистый, мокрый;
C (G) — буроватосерый тяжелый суглинок, на глубине 65 см сменяется структурной, мокрой глиной.
Корни идут до глубины 70 см, мерзлота на 150 см.

В двух последних примерах оподзоленность не выражена по сравнению с № 37. Это объясняется тем, что здесь мы имеем дело с суглинком, а в № 37 с супесью. Генезис горизонта G_1 мы объясняем вертикальными токами воды в начале лета, когда возникает сильное испарение на оголенной поверхности земли, а почва увлажнена тающей мерзлотой. Железистые соединения при этом выделяются в верхних слоях почвы, образуя надглеевый горизонт G_1. Так как оголенность невелика и имеет сезонный характер, мы называем почву не глеевой, а глееватой.

Особенно характерные пятнистые тундры нам пришлось видеть на холмах, сложенных тяжелыми моренными глинами к северу от Хоседа-хард. Участки их занимают большие пространства по вершинам и открытым склонам холмов. Один из них (№ 29, 15 августа) имел густую сеть морозных трещин, которые ограничивали округлые голые пятна. Пятна эти расплылись весной, а по склонам, где число их по мере спуска и утолщения зимнего снегового покрова постепенно редело, пятна располагались ступенчато и немного стекали. Они имели от 50 до 200 см в диаметре, были слабо выпуклы и занимали до 70% площади на плоской вершине холма. Голая, сухая глина на пятнах содержит мелкую щебенку и гальку. Кое-где на них встречаются отдельные экземпляры *Equisetum arvense, E. sylvaticum, Festuca ovina.* Первого больше всего. Связный растительный покров держится в ложбинах с трещинами, едва поднимаясь на 10—15 см над ними. Он сильно занесен пылью. На склонах, где пятна постепенно исчезают, растительность делается сплошной, а кустарники больше выдаются. Кустарниково-травянистый ярус занимает 80% задернованной площади. Он состоит из *Arctostaphylos alpina* cop.$_2$, *Empetrum nigrum* cop.$_2$, *Betula nana* cop.$_1$, *Equisetum arvense* cop.$_1$, *Festuca ovina* cop.$_1$, *Ledum palustre* cop.$_1$, *Calamagrostis neglecta* sp., *Carex globularis* sp., *Equisetum sylvaticum* sp., *Rosa acicularis* sp., *Rubus arcticus* sp., *Salix glandulifera* sp., *S. glauca* sp., *Vaccinium uliginosum* sp., *V. Vitis idaea* sp., *Pedicularis lapponica* sol., *Salix phylicifolia* sol. Тут же обнаружено два экземпляра совершенно распластанной ели. Моховой ярус, в котором

встречаются до 10—20% по площади лишайников, образован: *Drepanocladus uncinatus* cop.$_3$, *Pleurozium Schreberi* cop.$_3$, *Polytrichum juniperinum* cop.$_2$, *Aulacomnium turgidum* cop.$_1$, *Peltigera aphthosa* cop.$_1$, *Dicranum elongatum* sp., *D. congestum* sp., *Hylocomium proliferum* sp., *Nephroma expallidum* sp., *Pogonatum capillare* sp., *Polytrichum hyperboreum* sp., *Ptilium Crista castrensis* sp., *Stereocaulon tomentosum* sp., *Cetraria cucullata* sol., *C. islandica* sol., *Cladonia sylvatica* sol.

Почвенных горизонтов совершенно незаметно. Едва влажный тяжелый суглинок сменялся на глубине 40 см структурной влажной глиной. Он весь пронизан морозными трещинами глубиной до 25 см и шириной 10—20 см. Трещины частично заполнены мхом, корнями, пылью и легкой торфянистой массой. Корни идут до 70 см, мерзлота на 125 см.



Фиг. 21. Коррадированная снегом ель на краю участка пятнистой тундры близ Хоседа-хард.

Пологие склоны холмов близ Тальбея там, где снег ложится сплошной пеленой, заняты мелкокустарниковой тундрой. Это — очень характерная формация для северной лесотундры и южной части типичной тундры. Ассоциация южных местонахождений (№ 19, 11 августа) имеет кочковатую поверхность почвы. Кочки достигают 40—50 см высоты и 50—200 см в диаметре, они занимают до 50% всей площади. Главная масса кустарников как-раз и скопляется по кочкам. Кустарник, покрывающий 50% площади, имеет высоту 40—50 см и состоит из *Betula nana* cop.$_3$, *Ledum palustre* cop.$_1$, *Vaccinium uliginosum* cop.$_1$, *Salix glauca* sp. Кустарничково-травянистый ярус средней густоты (покрытие 40%) из *Carex globularis* cop.$_2$, *Vaccinium Vitis idaea* cop.$_2$, *Empetrum nigrum* cop.$_1$, *Luzula confusa* sp., *Lycopodium annotinum* sp., *Arctostaphylos alpina* sol. gr., *Festuca ovina* sol., *Lycopodium clavatum* sol. Напочвенный покров занимает 80% площади, из которых 50% относится на долю лишайников, а 30% на мхи. Такое богатство лишайниками зависит от песчанистого грунта. Остающиеся 20% приходятся на мертвый покров и на голые пятна вымокания в некоторых низинках. Состав мохово-лишайникового яруса таков: *Stereocaulon paschale* cop.$_3$ (низинки), *Cladonia sylvatica* cop.$_2$ (кочки), *Dicranum elongatum* cop.$_2$, *Drepanocladus uncinatus* cop.$_2$ (низинки), *Gymnocolea inflata* cop.$_1$ (низинки), *Polytrichum commune* cop.$_1$, *P. hyperboreum* cop.$_1$, *Nephroma arcticum* cop.$_1$, *Cetraria hiascens* sp., *C. islandica* sp.,

Cladonia gracilis sp., *C. rangiferina* sp., *Dicranum congestum* sp., *Drepanocladus uncinatus* sp. (кочки), *Lophozia* spec.-sp., *Pleurozium Schreberi* sp. gr., *Pohlia nutans* sp., *Polytrichum strictum* sp., *Ptilidium ciliare* sp., *Aulacomnium palustre* sol. gr., *Cetraria nivalis* sol., *Cladonia amaurocraea* sol., *C. deformis* sol., *C. pleurota* sol., *C. uncialis* sol., *Dicranum Bergeri* sol. gr., *Peltigera scabrosa* sol., *Sphagnum compactum* sol. gr.

Почва в низинке — тундровая слабоподзолистоглееватая супесь.
Дерновина — 1—2 см — лишайниковая;
A_1 — 1—2 „ — темносерый, песчанистый, постепенно переходит в следующий;
A_2 (G) — 2 „ — бурый, песчанистый, постепенно переходит в следующий;
B (G) — 3—6 „ — темноватобурый, песчанистый;
C (G) — желтая супесь, сильно влажная, на глубине 40 см переходит в структурный тяжелый суглинок; в яме накапливается вода.

Под кочками, имеющими минеральную основу, та же почва, но прикрытая рыхлым моховым торфом сантиметров на 10. Мерзлота на 181 см, корни доходят до 100 см.

Среди кустарниковой тундры, по сухим слабым выпуклинам на склонах, располагаются большие пятна кустарничково-лишайниковой тундры (№ 15, 9 августа). Здесь кочки становятся мелкими и плоскими, кустарник сильно редеет, площадь его покрытия снижается до 20% и он распределяется равномерно. Высота его в связи с менее толстым снеговым покровом зимой уменьшается до 20—40 см. Состав кустарника: *Betula nana* $cop._1$, *Ledum palustre* $cop._1$, *Salix glauca* sol. Кустарничково-травянистый ярус покрывает 50% площади и состоит из *Empetrum nigrum* $cop._3$, *Vaccinium Vitis idaea* $cop._2$, *Carex globularis* $cop._2$, *Vaccinium uliginosum* $cop._1$, *Luzula confusa* sp., *Lycopodium annotinum* sp., *Pedicularis euphrasioides* sol. Приземистый (2—3 см) лишайниковый покров занимает 70% площади, на мхи приходится 30%, местами он разбит оленями. Его образуют: *Cetraria nivalis* $cop._3$, *Cladonia sylvatica* $cop._3$, *Cetraria crispa* $cop._1$, *Cladonia gracilis* $cop._1$, *C. pleurota* $cop._1$, *Dicranum elongatum* $cop._1$, *Lophozia* spec.-$cop._1$, *Polytrichum juniperinum* $cop._1$, *Cetraria islandica* sp., *Cladonia rangiferina* sp., *Polytrichum strictum* sp., *Ptilidium ciliare* sp., *Ochrolechia tartarea* sp., *Cladonia alpestris* sol., *C. uncialis* sol.

Почва — подзолистоглееватая супесь.
Дерновина — 2 —6 см — снизу торфянистая;
A_1 — 1 „ — черный, местами узкими языками до глубины 10 см;
A_2 (G) — 1 —2 „ — белесоватобурый
B_1 (G) — 5 —10 „ — бурый, постепенно переходит в следующий;
B_2 (G) — 15—20 „ — темнобурый, постепенно переходит в C;
C (G) — желтая супесь, сильно мокрая, на дне ямы выступает вода, ржавые пятна и прослойки, увеличивающиеся с глубиной.
Корни доходят до мерзлоты, мерзлота на 141 см.

На еще более сухих повышениях среди кустарничково-лишайниковой и мелкокустарниковой тундры, а также на вершинах небольших холмов



Фиг. 22. Пятнистая тундра (№ 29) близ Хоседа-хард.

встречается менее распространенная лишайниковая тундра. Описанный 9 августа участок ее (№11) площадью около 5000 кв. м находится на очень слабом южном склоне близ вершины супесчаного холма. Плоскокочкова-



Фиг. 23. Кустарничково-лишайниковая тундра (№ 15) близ рудника Тальбей.

тая, почти гладкая поверхность почвы иногда денудирована и разбита копытами оленей, но голых пятен, как и в кустарничково-лишайниковой тундре, очень немного. Некоторые из них представляют совершенно разложившийся землистый торф, который сохранился здесь от древнего торфяника, в настоящее время совершенно денудированного. Следы его

остались и в почве в виде пронизывающих ее сверху резко отграниченных, то расширенных, то клинообразных полостей, глубиной 30—40 см и толщиной 10—20 см, заполненных землистым торфом. Отдельного кустарникового яруса выделить нельзя. Кустарники не выдаются над общим уровнем травянистой и кустарничковой растительности из *Empetrum nigrum* cop.$_3$, *Vaccinium Vitis idaea* cop.$_2$, *Calamagrostis neglecta* cop.$_1$, *Ledum palustre* cop.$_1$, *Vaccinium uliginosum* cop.$_1$, *Betula nana* sp., *Hierochloa alpina* sp., *Arctostaphylos alpina* sol., *Carex rigida* sol., *Luzula confusa* sol., *Salix glauca* sol. Мохово-лишайниковый покров приземистый, высотой 2—3 см, состоит из *Dicranum elongatum* cop.$_3$, *Cetraria cucullata* cop.$_2$, *C. nivalis* cop.$_2$, *Cladonia gracilis* cop.$_2$, *C. sylvatica* cop.$_2$, *Polytrichum hyperboreum* cop.$_2$ gr., *Cetraria crispa* cop.$_1$, *Cladonia rangiferina* cop.$_1$, *Lophozia* spec.-cop.$_1$, *Bryopogon divergens* sp., *Cetraria islandica* sp., *Cladonia alpestris* sp., *C. alpicola* sp., *C. pleurota* sp., *C. pyxidata* sp., *C. uncialis* sp., *Lecidea* (корки на голых пятнах), *Peltigera polydactyla* sp., *Pertusaria* sp., *Sphaerophorus globosus* sp., *Stereocaulon paschale* sp., *Cladonia amaurocraea* sol., *Ptilidium ciliare* sol. gr. Площадь покрытия: лишайников — 60%, мхов — 40%.

Почва — слабоподзолистоглееватая супесь.
Дерновина — 1.5 — 3 см — снизу слаботорфянистая;
A_1 — 1 „ — буроватосерый, постепенно переходит в следующий;
A_2 (G) — 2 — 3 „ — бурый;
B (G) — 6 — 10 „ — желтобурый, постепенно переходит в C;
C — сероватожелтая супесь, слабо влажная, с глубины 25 см с темнобурыми и желтобурыми пятнами и потеками, на глубине 40—60 см переходит в глинистую, слабо оглеенную почву, пропитанную водой.

Корни проникают до глубины 80 см, но главная масса их находится немного ниже дерновины, мерзлота на 115 см.

Склоны холмов обыкновенно изрезаны продольными лощинками, по которым весной и после дождей стекает вода. Они резко выделяются на фоне приземистой растительности окружающей тундры высокими, густыми кустами ив и полярной березки. Причина, позволившая вырасти высоким кустарникам, заключается, во-первых, в отсутствии вечной мерзлоты под ними, а, во-вторых, в защите глубокими снегами зимой, когда в лощинках накапливаются сугробы, задерживаемые и самими высокими кустарниками. Высота густого кустарникового яруса в описанном 9 августа участке (№ 14) достигала 75—150 см. Площадь покрытия его 80%, свободные места виднеются в виде отдельных прогалин. Состав этого яруса: *Betula nana* cop.$_3$, *Salix glandulifera* cop.$_1$, *S. lanata* cop.$_1$, *S. glauca* sp., *S. phylicifolia* sp., *S. lapponum* sp., *Ledum palustre* sol. Кустарничково-травянистый ярус редкий (покрытие 20—40%) из *Carex globularis* cop.$_2$, *Vaccinium Vitis idaea* cop.$_1$, *Festuca rubra* sp., *Pedicularis lapponica* sp., *Poa pratensis* sp., *Solidago Virga aurea* sp., *Vaccinium Myrtillus* sp., *V. uliginosum* sp., *Achillea Millefolium* sol., *Empetrum nigrum* sol., *Equisetum arvense* sol., *E. pratense* sol., *Pedicularis sudetica* sol., *Rubus*

Chamaemorus sol., *Veratrum Mischae* sol., *Dianthus superbus* un., *Epilobium angustifolium* un., *Luzula parviflora* un. В общем ровная поверхность почвы местами прерывается кочками до 40 см. В напочвенном покрове преобладают мхи, лишайники встречаются лишь на освещенных прогалинах. Состав дерновины: *Hylocomium proliferum* cop.$_3$, *Drepanocladus uncinatus* cop.$_2$, *Pleurozium Schreberi* cop.$_2$ gr., *Aulacomnium palustre* cop.$_1$, *Polytrichum commune* cop.$_1$, *Cladonia rangiferina* sp., *C. sylvatica* sp., *Peltigera aphthosa* sp., *P. polydactyla* sp., *Cetraria islandica* sol., *Cladonia gracilis* sol. gr., *C. pleurota* sol., *C.* spec.-sol., *Dicranella secunda* sol. gr., *Mnium* spec.-sol., *Nephroma arcticum* sol. gr., *Peltigera canina* sol., *P. scabrosa* sol.

Почва — слабоподзолистоглееватая супесь.

Дерновина — 6—7 см — снизу торфянистая;
A_1 — 1 „ — темносерый, постепенно переходит в следующий;
A_2 (G) — 2—3 „ — сероватобурый, постепенно переходит в следующий;
B (G) — 5—10 „ — темнобурый, пятнами, постепенно книзу светлеющий;
C (G) — желтая супесь, сильно влажная, на глубине 100 см постепенно переходит в глинистую почву, пропитанную водой, со ржавыми пятнами.

При основании склонов холмов зимой находится пояс больших снежных наносов. Соответственно с этим и кустарники становятся выше и гуще, образуя полосу крупнокустарниковых тундр, граничащих с болотами в низинах между холмами. Участок такой тундры № 20 был описан близ Тальбея 11 августа в нижней части восточного склона холма. Высота его кустарников, покрывающих 80% площади, достигает 75—100 см. Он состоит из *Betula nana* soc., *Ledum palustre* sol., *Salix glauca* sol., *Betula tortuosa* un. Под густыми зарослями кустарничково-травянистый ярус редкий (покрытие 30%) из *Carex globularis* cop.$_2$, *Vaccinium Vitis idaea* cop.$_3$, *Pedicularis lapponica* sp., *Vaccinium Myrtillus* sp., *Calamagrostis neglecta* sol., *Festuca ovina* sol., *Rubus Chamaemorus* sol., *Solidago Virga aurea* sol. Поверхность почвы мелкокочковата, кочки высотой 20—40 см, занимают около 50% площади. Сплошной напочвенный покров, в котором 80% мхов и 20% лишайников, состоит из *Polytrichum commune* soc., *Nephroma arcticum* cop.$_3$, *Pleurozium Schreberi* cop.$_2$, *Cladonia sylvatica* cop.$_1$, *Aulacomnium palustre* sp., *Cetraria islandica* sp., *Cladonia gracilis* sp., *C. rangiferina* sp., *Dicranum congestum* sp., *Polytrichum strictum* sp., *Cladonia pleurota* sol., *Peltigera polydactyla* sol., *P. scabrosa* sol., *Sphagnum compactum* sol. gr., *Stereocaulon paschale* sol.

Почва — слабоподзолистоглееватая супесь.

Дерновина — 8—9 см — торфянистая;
A_1 — 3—5 „ — темнобурый, землистоторфянистый;
A_2 (G) — 2—3 „ — сероватобурый, песчанистый, постепенно переходит в следующий;
B (G) — бурый, песчанистый (размер пропущен);
C (G) — желтая супесь, сильно влажная, в яме вода.

Корни идут до глубины 120 см, мерзлота не определялась.

Представление о растительности типичной тундры Северного края мы получили в окрестностях рудника Воркута. В этом районе, уже недалеко от Полярного Урала, мы встречаемся с иными почвенногрунтовыми условиями, потому что покровные супеси, широко распространенные западнее, отсутствуют, и материнскими породами для почв служат тяжелые моренные суглинки и глины, что отражается и на растительности. Грунты становятся более легкими лишь в долинах рек. По внешности ландшафт равнинной тундры на Воркуте сходен с Тальбеем: то же чередование плоских холмов с низинами, только разница относительных высот больше (до 30—40 м).

Плоские вершины холмов заняты очень распространенной моховолишайниковой тундрой, описанной нами в трех местах. Кустарник этой ассоциации имеет высоту около 30 см, при чем отдельные ивы поднимаются до 50 см; площадь покрытия его 50—60% отдельными участками в 1—2 и более метров в диаметре, чередующимися с такими же прогалинами, заросшими мохово-лишайниковой дерновиной, или голыми. Кустарничково-травянистый покров средней густоты занимает около 30% площади. Мохово-лишайниковая дерновина имеет 80—90% площади покрытия. Она разорвана отдельными голыми пятнами, связанными всевозможными переходами по степени задернения с прогалинами между кустарниками. На последних преобладают лишайники, общая площадь покрытия которых колеблется от 40 до 50%, т. е. то превышает количество мхов, преобладающих в тени кустарников, то несколько уступает им. При сдирании дерновины обнаруживается, что поверхность голых и зарастающих пятен находится на одной высоте с поверхностью минерального субстрата под дерновиной; последняя поднимается бугорком или валиком между пятнами до 10—30 см. Иногда центральная часть голых пятен выпукла. Мы считаем эти прогалинки и пятна на ровной поверхности следствием вымокания, так как на них застаивается дождевая и весенняя вода. Особенно это случается весной, когда пятна уже оттаяли, а защищенные толстой моховой дерновиной промежутки между ними мерзлы. Нередко дерновина сильно выбита оленями. Особенно это справедливо для № 46, близ которого проходит дорога оленеводов, кочующих здесь весной и осенью. Несомненно, что различная степень выпаса и вызвала колебания в составе растительного покрова, общий список которого для трех участков приведен в табл. 1.

Влияние сильных зимних ветров, сметающих снег на вершинах холмов и вызывающих денудацию растительной дернованы, в окрестностях Воркуты с ее плоскими, пологими повышениями, заметно лишь по краю крутых склонов в долину реки. Здесь весьма обыкновенны участки сухих пятнистых тундр, особенно типичных благодаря глинистым грунтам. 11 сентября был описан один участок (№ 47) на небольшом холмике близ крутого обрыва коренного левого берега р. Воркуты против рудника. Голые, плоские и расплывшиеся от дождей пятна имеют 50—100 см

Таблица 1

	№ 38	№ 42	№ 46
Кустарниковый ярус			
Betula nana	cop.3	cop.3	cop.3
Vaccinium uliginosum	cop.2	cop.2	cop.1
Ledum palustre	cop.1	cop.1	—
Salix pulchra	sp.-cop.1	sp.	sp.
S. glauca	sp.	—	sol.
S. lanata	sp.	—	—
Кустарничково-травянистый ярус			
Vaccinium Vitis idaea	cop.2	cop.3	cop.2
Calamagrostis neglecta	sp.	cop.1	cop.1
Carex rigida	cop.1	sp.	cop.3
Arctostaphylos alpina	sp.	sp.	sp.
Empetrum nigrum	cop.1	sp.	sp.
Festuca supina	sp.	sp.	sp.
Pedicularis lapponica	sp.	sp.	sol.
Juncus biglumis (голые пятна)	—	—	sp.
Luzula arctica	—	—	sp.
Nardosmia frigida	—	sol.	—
Stellaria peduncularis	sol.	—	—
Мохово-лишайниковый ярус			
Hylocomium proliferum	cop.3	cop.3	cop.3
Pleurozium Schreberi	cop.1	cop.3	cop.1
Cladonia sylvatica	cop.2	cop.2	cop.2
Dicranum elongatum	cop.1	cop.2	cop.1
Cetraria cucullata	cop.2	cop.1	cop.1
Cladonia gracilis	cop.1	cop.1	cop.1
C. rangiferina	cop.1	cop.1	sp.
Dicranum congestum	cop.1	cop.1	sp.

(Продолжение)

	№ 38	№ 42	№ 46
Peltigera aphthosa	cop.1	cop.1	sp.
Polytrichum strictum	sp.	cop.1	cop.1
Stereocaulon paschale	cop.1	sp. gr.	cop.2
Aulacomnium turgidum	cop.3	sp.	sp.
Cetraria islandica	sp.	sp.	sp.
C. nivalis	sp.	sp. gr.	sp.
Cladonia amaurocraea	sp.	sp.	sp.
C. pleurota	sp.	sp. gr.	sp.
C. uncialis	sp.	sp.	sp.
Sphenolobus minutus	sp.	sp.	—
Nephroma arcticum	sp.	sp.	cop.2
Ochrolechia tartarea (пятна)	sp.	sp.	sol.
Peltigera polydactyla	sp.	sp.	sp.
Polytrichum commune	—	sp.	—
Ptilidium ciliare	sp.	sp.	sp.
Thamnolia vermicularis	cop.1	sp. gr.	sp. gr.
Cladonia deformis (пятна)	—	—	sp.
Drepanocladus uncinatus	sp.	—	—
Nephroma expallidum	sp.	—	sp.
Peltigera malacea	sp.	sp.	—
P. scabrosa	sp.	—	—
Polytrichum hyperborsum	cop.1	—	—
P. juniperinum	—	—	sp.
Ptilium Crista castrensis	sp. gr.	—	—
Cladonia crispata	sol.	—	sol.
C. verticillata	—	—	sol.
Dufourea arctica	—	—	sol.
Pertusaria	—	sol.	—
Pogonatum capillare (пятна)	sol.-sp.	—	sol.-sp.
Polytrichum piliferum (пятна)	sol.-sp.	—	—
Rhacomitrium hypnoides	—	sol.	—
Solorina crocea	—	—	sol.
Sphaerophorus globosus	sol.	—	sol.

Почва — скрытоподзолистый поверхностноглеевый суглинок.

	№ 38	№ 42	№ 46
Дерновина + A_0	5—15 см	10 см	3 см
A_1	2 „	1—2 „	0.5—1 „
A_2 (G)		1—2 „	2 „
C (G)		5—10 „	2—6 „
G_1	2—3 „	12—20 „	1 „
G_2	10—15 „		10 „
G_3			0.5—1 „
Глубина мерзлоты	104 см	120 см	145 см

Дерновина + A_0 — мохово-лишайниковая, снизу торфянистая;
A_1 — темнобурый, торфянистоземлистый;
A_2 (G) — буроватожелтый, мелкозернистый, влажный, иногда не выражен;
C (G) — буроватожелтый, плотный суглинок, мокрый;
G_1 — ржавожелтый, пятнами и полосами, мокрый, постепенно переходит в следующий;
G_2 — пестрый от сероватосизых и ржавых пятен, то резко очерченных, то расплывчатых, постепенно переходит в следующий;
G_3 — полоса ржавых пятен, часто не выражена;
C (G) — буроватожелтый со ржавыми пятнами тяжелый суглинок, в глубине со щебнем, пропитан водой, часто оплывает.

№ 38. 8 IX 1931. Плоская вершина холма на правом берегу р. Воркуты близ рудника. Корни до глубины 70 см.

№ 42. 10 IX. Плоская вершина холма там же. Корни до глубины 100 см.

№ 46. 11 IX. Плоская вершина холма на левом берегу Воркуты близ рудника. Под дерновиной земляные черви. Корни до глубины 100 см.

в диаметре и разбросаны среди приземистой растительности, занимая около 30% площади. Кустарникового яруса выделить нельзя, потому что полярная березка и ивы едва поднимаются на 10—15 см. Густой (площадь покрытия 70%) кустарниково-травянистый ярус состоит из *Empetrum nigrum* cop.$_3$, *Vaccinium Vitis idaea* cop.$_3$, *Betula nana* cop.$_1$, *Calamagrostis neglecta* cop.$_1$, *Vaccinium uliginosum* cop.$_1$, *Arctostaphylos alpina* sp., *Festuca supina* sp., *Ledum palustre* sp., *Salix pulchra* sp., *Salix lanata* sol., *S. phylicifolia* sol. Тонкий лишайниково-моховой покров занимает около 70% площади, лишайников в нем 20%. Он состоит из *Hylocomium proliferum* cop.$_3$, *Aulacomnium turgidum* cop.$_2$, *Polytrichum hyperboreum* cop.$_2$, *Sphaerophorus globosus* cop.$_2$, *Cetraria cucullata* cop.$_1$, *Ptilidium ciliare* cop.$_1$, *Rhacomitrium hypnoides* cop.$_1$, *Cetraria islandica* sp., *C. rigida* sp., *Cladonia gracilis* sp., *C. pyxidata* sp., *C. sylvatica* sp., *C. uncialis* sp., *Dicranum elongatum* sp., *Ochrolechia tartarea* sp., *Peltigera aphthosa* sp., *P. polydactyla* sp., *Polytrichum piliferum* sp., *Psoroma hypnorum* sp., *Rhytidium rugosum* sp., *Stereocaulon paschale* sp., *Thamnolia vermicularis* sp., *Alectoria ochroleuca* sol., *Bryopogon divergens* sol., *Cladonia amaurocraea* sol., *C. pleurota* sol., *Peltigera scabrosa* sol.

Почва не выражена. До глубины 70 см идет слабо влажный тяжелый суглинок, сменяемый ниже легким с мерзлотой на глубине 210 см. Над мерзлотой влажность повышается. Корни идут до 60 см.

На склонах холмов мохово-лишайниковая тундра непосредственно сменяется мелкокустарниковой тундрой. Описание этой широко распространенной ассоциации мы сделали 10 сентября на восточном склоне пологого холма (№ 44). Кустарник достигает высоты 50—80 см и покрывает 80% площади. Он состоит из *Betula nana* soc., *Salix glauca* sp., *S. pulchra* sp., *Vaccinium uliginosum* sp. Обращает внимание высокий рост кустарников по сравнению с соответствующей ассоциацией на р. Адзьве. Мы объясняем это более глубокими снегами в тундре вблизи западного склона Урала. Кустарничково-травянистый ярус редкий, площадь покрытия его всего 20%. Он состоит из *Carex globularis* $cop._2$, *Vaccinium Vitis idaea* $cop._1$, *Calamagrostis neglecta* sp., *Carex brunnescens* sp., *C. rigida* sp., *Festuca supina* sp., *Polygonum Bistorta* sp., *Rubus Chamaemorus* sp. В связи с густым, затеняющим кустарником в сплошном напочвенном ярусе преобладают мхи. Лишайники занимают всего 20% площади и приурочены к прогалинкам между кустами. Эти прогалинки обычно приходятся на места сползания почвы по склону в весеннее время, когда она пропитана водой. Некоторые пятна совершенно голы и имеют хорошо выраженный валик в нижней по склону части, образовавшийся благодаря напору сползавшей массы. Большинство же пятен уже заросло мохово-лишайниковой дерновиной. В отличие от пятен и вообще почвы плоских вершин холмов пятна на склоне едва влажны, а стенки почвенных ям при копании нисколько не оплывают. Состав дерновины таков: *Pleurozium Schreberi* $cop._3$, *Polytrichum commune* $cop._3$, *P. strictum* $cop._2$, *Dicranum congestum* $cop._1$, *Nephroma arcticum* $cop._1$, *Cladonia gracilis* $cop._1$ gr., *Stereocaulon paschale* $cop._1$ gr., *Cetraria islandica* sp., *Cladonia pleurota* sp., *C. rangiferina* sp., *C. sylvatica* sp., *C. uncialis* sp., *Dicranum angustum* sp., *Drepanocladus uncinatus* sp., *Peltigera malacea* sp., *Pohlia nutans* sp., *Polytrichum hyperboreum* sp., *Lophozia* spec.-sp., *Cladonia deformis* sol., *Peltigera scabrosa* sol.

Почва — скрытоподзолистый глееватый суглинок.

Дерновина + A_0 — внизу торфянистая, резко отделяется от минерального субстрата;
A_1 — 1 см — темнобурый, торфянистоземлистый;
C — 1—3 „ — буроватожелтый тяжелый суглинок, слабо влажный;
C (G) — 8—25 „ — слабо влажный, с неясными пятнами и полосами сизоватосерого и ржавого цвета, местами они совершенно отсутствуют;
C — буроватожелтый, тяжелый суглинок с темнобурыми дробовидными включениями; на глубине 100 см второй глеевый горизонт (G) из сизоватосерых и ржавых пятен, исчезающих на 170 см.

Корни идут до глубины 80 см.

Мелкокустарниковая тундра пологих склонов нередко прерывается по низинам торфяными болотцами, описанного выше типа (№ 43), или вытянутыми полосами ивняков, которые осенью резко выдаются своей

зеленой листвой среди краснобурого фона кустарниковой тундры с *Betula nana*. Болота возникают по замкнутым понижениям, а ивняки по линиям водотоков. Описание такого ивняка в лощине (№ 39) было сделано 8 сентября на западном склоне холма. Он образован кустарниками до 200 см высотой, состоящими из *Salix lapponum* $cop._2$, *Betula nana* $cop._1$, *Salix phylicifolia* $cop._1$, *S. glauca* sp., *S. lanata* sp. Площадь покрытия около 50%. Кустарничково-травянистый ярус довольно редкий (площадь покрытия 40%) из *Poa pratensis* $cop._2$, *Calamagrostis neglecta* $cop._1$, *Carex brunnescens* $cop._2$, *C. aquatilis* sp. gr. (в небольших низинах), *C. globularis* sp., *Empetrum nigrum* sp., *Epilobium palustre* sp., *Equisetum arvense* sp.,



Фиг. 24. Мохово-лишайниковая тундра (№ 38) близ рудника Воркута.

Festuca supina sp., *Luzula multiflora* sp., *Nardosmia frigida* sp., *Polemonium acutiflorum* sp., *Polygonum Bistorta* sp., *Rubus Chamaemorus* sp., *Solidago Virga aurea* sp., *Vaccinium Myrtillus* sp., *V. Vitis idaea* sp., *Veratrum Mischae* sp., *Carex caespitosa* sol., *Pirola grandiflora* sol. Мелкокочковатая поверхность почвы с более крупными кочками при основании кустов заросла на 75% лишайниково-моховой дерновиной, в которой лишайников всего около 10%. Она состоит из *Drepanocladus uncinatus* $cop._3$, *Polytrichum commune* $cop._2$, *Aulacomnium palustre* $cop._2$, *Cladonia gracilis* sp., *C. sylvatica* sp., *Dicranum angustum* sp., *Hylocomium proliferum* sp., *Lophozia* spec.-sp., *Nephroma arcticum* sp., *Peltigera aphthosa* sp., *P. polydactyla* sp., *P. scabrosa* sp., *Pleurozium Schreberi* sp., *Pohlia nutans* sp., *Polytrichum hyperboreum* sp., *P. juniperinum* sp., *P. piliferum* sp. gr., *P. strictum* sp. gr., *Stereocaulon paschale* sp., *Cetraria islandica* sol., *Cladonia uncialis* sol., *C. gracilescens* sol., *Cetraria hiascens* sol., *Sphagnum compactum* sol. gr., *Sphagnum fimbriatum* sol. gr.

Почва — торфянистоглееватый суглинок.

Дерновина — 4—15 см — темнобурая, снизу торфянистая;
A_0 — 2— 3 „ — темнобурый, землистоторфянистый постепенно п... новину;
A_1 — 6 „ — буроватосерый, с неясными ржавыми пятнами, вс... переходит в С;
C (G) — желтый тяжелый суглинок с галькой, внизу с нея... пятнами, мокрый, на глубине 80 см переходит в с... кой тяжелый суглинок, пропитанный водой. Мер... ружена до глубины 217 см.

Корни идут до глубины 100 см.

Еще более густые кустарники растут вдоль речек и п... в долине Воркуты. Они отличаются пестрым травянистым высо... Ассоциация долинного кустарника (№ 41) была описана 9 сент... сток ее расположен на второй террасе вдоль весеннего водотока, исследования совершенно сухого. Густой кустарник высотой 130... покрывает 90% площади, образуя едва проходимую чащу перепл... стволов. Он состоит из *Salix phylicifolia* soc., *S. glandulifera* cop... *perus communis* sp., *Salix glauca* sp., *Spiraea media* sp. Площадь... тия высокого травянистого яруса около 70%. Он образован: *Eq... pratense* cop.$_3$-soc., *Cardamine macropylla* cop.$_1$, *Galium boreale* *Cirsium heterophyllum* sp., *Delphinium elatum* sp., *Epilobium angusti...* sp. *Geranium albiflorum* sp., *Poa pratensis* sp., *Ranunculus borealis* sp., *Th... trum minus* sp., *Trisetum sibiricum* sp., *Trollius uralensis* sp., *Ver... Mischae* sp., *Pyrethrum bipinnatum* sol., *Ranunculus monophyllos* sol., *R... arcticus* sol., *Senecio campestris* sol., *Solidago Virga aurea* sol., *Veronica l... folia* sol. Моховой покров тонкий, занимает 50% поверхности почвы и по... нимается на стволы кустарника (*Drepanocladus uncinatus*). На земле рас... *Brachythecium salebrosum* cop.$_2$, *Rhytidiadelphus triquetrus* cop.$_2$, *Brac... thecium reflexum* cop.$_1$, *Drepanocladus uncinatus* sp., *Hylocomium prolifer...* sp., *Lophozia* spec.-sp., *Mnium spinosum* sp., *Ptilidium ciliare* sp., *Cladon... fimbriata* sol., *Peltigera aphthosa* sp.

Почвенные горизонты совершенно не выражены в слабо влажн... среднем суглинке, с галькой и валунами, начиная с 250 см. Мерзло... нет даже на глубине 310 см.

На древних речных террасах и на нижней части склонов холмов ... редко встречается моховая кустарниковая тундра, две ассоциации ко... рой мы описали. Один участок (№ 40), описанный 9 сентября, находи... на третьей высокой террасе р. Воркуты. Слабый восточный склон тер... около 300 м шириной густо зарос кустарником высотой около 50 см. ... покрытие 80%, он состоит из *Betula nana* cop.$_3$-soc., *Vaccinium uligin...* cop.$_2$, *Ledum palustre* sp., *Salix glauca* sp., *S. lanata* sp. Кустарнич... травянстый ярус редкий образован: *Calamagrostis neglecta* cop.$_1$, *Fes... supina* cop.$_1$, *Poa pratensis* cop.$_1$, *Vaccinium Vitis idaea* cop.$_1$, *Equis... arvense* sp., *Nardosmia frigida* sp., *Polemonium acutiflorum* sp., *R... arcticus* sp., *R. Chamaemorus* sp., *Trisetum sibiricum* sp., *Cirsium heter...*

... sol., *Geranium albiflorum* sol., *Pedicularis lapponica* sol. Толстый ... покров сплошь покрывает неяснокочковатую почву. Он состоит ... *ocomium proliferum* soc., *Aulacomnium palustre* cop.$_3$, *Dicranum* ... cop.$_1$, *Pleurozium Schreberi* cop.$_1$, *Polytrichum commune* cop.$_1$, ... *ricium* cop.$_1$, *Camptothecium trichoides* sp., *Cladonia gracilis* sp., ... *rina* sp., *C. sylvatica* sp., *Drepanocladus uncinatus* sp., *Lophozia* spec.- ... *hroma arcticum* sp., *Peltigera aphthosa* sp., *P. scabrosa* sp., *Pohlia*



Фиг. 25. Моховая кустарниковая тундра (№ 40) близ рудника Воркута.

nutans sp., *Sphagnum Girgensohnii* sp. gr., *Cetraria islandica* sol., *Cladonia amaurocraea* sol., *Ptilium Crista castrensis* sol., *Sphagnum Russowii* sol. gr., *Stereocaulon paschale* sol.

Почва — скрытоподзолистый поверхностноглеевый суглинок.

Дерновина + A_0 — 7—18 см — моховая, снизу торфянистая;

A_1 — 2 „ — темнобурый, землистоторфянистый, пронизан корнями, постепенно переходит в С;

С — 5— 7 „ — буроватожелтый тяжелый суглинок, влажный;

G — 7—18 „ — сизоватосерый с ржавыми примазками, вверху они иногда образуют подгор. G_1 (1—2 см), внизу также местами скопляются в подгор. G_3 (2—3 см);

С (G) — буроватожелтый, влажный (над мерзлотой мокрый), тяжелый суглинок с темными гумусовыми потеками. На глубине 80 см сероватоголубоватые и ржавые пятна, над мерзлотой они гуще.

Корни идут до глубины 80 см, мерзлота на глубине 100 см.

А. П. Чубаровым был сделан валовой химический анализ этой почвы (табл. 2).

Таблица 2

Горизонт	Глубина взятых образцов в см	pH *	Гигроск. вода	Гумус	Азот	Потеря от прокал.	Минеральные част.	SiO_2	Fe_2O_3	Сумма полуторных ок.	MnO	CaO	MgO	Сумма всех элемент.	Остаток на щелочи	Механический состав в %				
																> 1 мм	1—0.25	0.25—0.05	0.05—0.01	< 0.01
A_1	1—2	4.9	5.64	13.74	0.519	20.40	79.6	73.30	5.58	17.86	1.05	1.19	0.71	94.11	5.89	—	6.50	16.75	39.00	37.75
C	2—4	4.9	3.83	3.79	0.145	10.45	89.55	75.55	5.59	17.91	0.89	1.08	1.08	96.51	3.49	—	2.75	15.50	42.25	39.50
G	10—20	5.5	2.70	1.82	0.059	5.05	94.95	76.00	4.48	15.78	0.22	0.91	0.95	93.86	6.14	—	1.75	11.75	39.25	47.25
C (g) над мерзл.	100	5.7	3.47	0.44	0.0052	3.24	96.76	73.55	5.19	18.58	0.28	1.12	1.32	94.85	5.15	—	0.50	11.00	35.50	53.00
Мерзлота	125	5.7	3.04	0.39	0.0061	2.93	97.07	74.80	4.77	17.26	0.144	1.26	1.27	94.73	5.27	—	1 25	15.75	40.25	42.75

Другой участок (№ 45, 11 сентября) моховой кустарниковой тундры находится на второй террасе в долине Воркуты и имеет почву на более легкой разности суглинка. Эта ассоциация чередуется с вышеописанными ивняками в понижениях по водотокам (№ 41). Густой кустарниковый ярус ее невысок, всего 30 см, покрытие 90%. Он состоит из *Betula nana* soc., *Salix glauca* sp., *S. glandulifera* sol., *S. phylicifolia* sol. Травянистый ярус редкий (покрытие 30%) из *Calamagrostis neglecta* cop.$_2$, *Festuca supina* cop.$_1$, *Equisetum pratense* sp., *Poa pratensis* sp., *Rubus arcticus* sp. Толстый и сплошной моховой покров имеет всего 10% лишайников и состоит из *Hylocomium proliferum* cop.$_3$-soc., *Polytrichum commune* cop.$_3$, *Pleurozium Schreberi* cop.$_2$, *Aulacomnium palustre* sp., *A. turgidum* sp., *Cetraria islandica* sp., *Cladonia rangiferina* sp., *C. sylvatica* sp., *Peltigera aphthosa* sp., *P. polydactyla* sp., *Polytrichum strictum* sp., *Ptilium Crista castrensis* sp., *Cladonia amaurocraea* sol., *C. gracilis* sol.

Почва — скрытоподзолистый глееватый суглинок.

Дерновина — 9 см — моховая, снизу торфянистая;

A_0 — 5 „ — темнобурый, рыхлоторфянистый;

A_1 — 0.5—1 „ — темносерый, неясный, песчанистый;

C — 2—3 „ — желтоватобурый, плохо выраженный, постепенно переходит в следующий;

$C(G_1)$ — 2 „ — ржавобуроватый, едва заметный, местами исчезает, постепенно переходит в следующий;

$C(G_2)$ — желтоватобурый средний суглинок, слабо влажный, с мелкими, неясными ржавыми пятнами; на глубине 25 и 50 см темнобурые слои, то же над мерзлотой, которая находится на глубинэ 65 см.

Корни идут до мерзлоты.

Для этой почвы А. П. Чубаровым был сделан химический анализ (табл. 3).

* Колориметрическим способом.

В вышеприведенных химических анализах нет достаточно ясной картины подзолистых почв по причине слабости процессов вымывания в условиях климата тундры и от затемняющего естественное почвообразование оглеения. Однако, мы причисляем наши почвы к скрытоподзолистоглеевым, с которыми они сближаются резким уменьшением гумуса ниже горизонта A_1 и последующим равномерным и довольно высоким его распределением вдоль всего разреза вплоть до осеннего уровня вечной мерзлоты, где количество гумуса сразу падает. Оглеение почвы не очень велико, особенно в более легком по механическому составу образце № 45, но достаточно ясно выступает в образце № 40 обеднением глеевого горизонта на содержание железа, суммы полуторных окислов и извести (Высоцкий, 1905, стр. 298). Кислотность верхнего слоя имеет обычную для подзолистоглеевых почв величину, но уменьшение кислотности книзу не идет столь далеко, как в почвах более южных районов. Если мы сравним почвы на юге Большеземельской тундры с почвами северных частей тундровой зоны, например с описанными нами (Городков, 1932) для Гыданской тундры, мы увидим, что они имеют средние признаки между подзолистоглеевыми почвами лесной зоны и почвами глубокой тундры с их характерным висячим и маломощным глеевым горизонтом.

В механических анализах выступает характерное повышенное содержание глинистой фракции над самым уровнем мерзлоты. Это, свойственное почвам с вечной мерзлотой явление, Сумгин (1931, стр. 14) объясняет измельчением почвенных частиц трением в результате напряжения, возникающего в надмерзлотных слоях при замерзании почвы. Выше мы указывали на отсутствие этого напряжения, почему, по нашему мнению, отпадают и предположения Сумгина. Названный автор упускает из виду также иной химический состав глинистой фракции по сравнению с крупнозернистой частью почвы, что подтверждает правильность существующего

Таблица 3

Горизонт	Глубина взятых образцов в см	pH *	Гигроск. вода	Гумус	Азот	Потеря от прокал.	Минеральные част.	SiO_2	Fe_2O_3	Сумма полуторных ок.	MnO	CaO	MgO	Сумма всех элемент.	Остаток на щелочи	Механический состав в %				
																>1 мм	1—0.25	0.25—0.05	0.05—0.01	< 0.01
A_1	2—3	4.7	4.93	12.83	0.41	19.69	80.31	76.74	5.70	16.59	0.40	0.92	1.20	95.85	4.15	—	21.25	19.25	33.75	25.75
C	3—5	4.5	3.18	5.99	0.23	9.59	90.41	76.56	4.86	16.68	0.21	0.97	1.06	95.48	4.52	—	7.50	18.75	45.00	28.75
C (G_2)	10—15	5.5	2.49	1.42	0.04	3.30	86.70	76.25	5.14	16.84	0.36	1.04	1.10	95.59	4.41	0.26	5.48	15.46	53.12	25.68
C (G)	55—60	5.4	2.44	1.72	0.08	4.36	95.64	76.43	5.53	17.25	0.64	0.90	1.18	94.40	5.60	—	1.75	33.50	39.50	25.25
Мерзлота	80—90	5.6	1.38	0.44	0.04	2.48	97.52	80.24	4.32	12.71	0.23	0.70	1.02	94.90	5.10	—	2.25	62.00	21.75	14.00

объяснения накопления глины над мерзлотой процессами вмывания из вышележащих слоев.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ВЫВОДЫ

ГЛАВА I

1) Вечная мерзлота, сильно влияющая на хозяйственную деятельность человека на севере, очень мало изучена в Северном крае.

2) Одна из основных задач исследования вечной мерзлоты — это определение южной границы ее для целей оконтуривания района, угрожаемого при строительстве.

3) Так как попытка различных авторов определить теоретическим путем районы с вечной мерзлотой неудовлетворительна, приходится основываться при проведении южной границы вечной мерзлоты лишь на фактическом материале.

4) Для практики и в теоретическом отношении наиболее важна южная граница вечной мерзлоты в минеральном субстрате, а не в торфяниках, устанавливаемая по крайним участкам ее, не защищенным торфяным покровом, т. е. таким участкам, которые сохраняют вечную мерзлоту и при удалении защищающей от прогревания дерновины.

5) Эта граница в Северном крае приблизительно совпадает с северной границей крупнобугристых торфяников с мерзлотой, которые таким образом могут служить для быстрого ориентировочного определения, находится ли интересующий нас район в области вечной мерзлоты или вне его.

6) На северном пределе лесов в Северном крае под древесными насаждениями вечная мерзлота отсутствует, но распространена в торфяниках

* Колориметрическим способом.

и на открытых тундровых участках. Поэтому при первоначальной ориентировке для строительства в подзоне лесотундры можно руководиться этими признаками.

7) Южная граница вечной мерзлоты, как мы ее понимаем, в районе наших исследований проходит в 25 км севернее устья р. Адзьвы, склоняясь на востоке к югу и проходя там километрах в 10 южнее сел. Фион-пиан.

8) При строительстве на рудниках Тальбей и Воркута, находящихся в пределах района с вечной мерзлотой, должны быть приняты меры, рекомендуемые строительными правилами в условиях вечномерзлых грунтов.

ГЛАВА II

1) Глубина летнего оттаивания вечной мерзлоты имеет большое значение для строительства и сельского хозяйства.

2) В зависимости от различной теплопроводности оттаивание грунтов идет в такой последовательности: каменистые грунты, песчаные, глинистые, торфянистые. Это простое соотношение в природной обстановке очень сильно осложняется иными факторами, например, увлажнением грунтов, растительным и снежным покровом, проточными водами и пр.

3) Замерзание влажных почв с вечной мерзлотой протекает даже в крайней тундре одинаково с грунтами на юге, т. е. промерзание происходит лишь сверху, но мерзлота не поднимается одновременно и снизу. Из этого следует, что напряженного состояния грунтов и связанных с этим деформаций поверхности, будто бы вызываемых замерзанием сверху и снизу, не существует.

4) Благотворное влияние снегового покрова в смысле предохранения почвы от образования вечной мерзлоты проявляется лишь южнее известного предела, который в Северном крае проходит приблизительно немного севернее границы лесов.

5) Очень велико влияние проточных вод на вечную мерзлоту, которая под воздействием их исчезает даже в южной части тундры Северного края. Признаком таких лишенных мерзлоты участков в тундре служат ивняки.

6) Если мерзлота под лесами Северного края не обнаруживается осенью до глубины 300 см, то она там совершенно отсутствует.

7) Рудник Тальбей находится в области сплошной вечной мерзлоты, оттаивающей летом в среднем на 150—200 см. Грунты рудника Воркута, также имеющего сплошную вечную мерзлоту, оттаивают в среднем на 100—150 см.

ГЛАВА III

1) Деформирующее влияние мерзлоты на земную поверхность и на возведенные на ней сооружения зависит от избыточного увлажнения, вызывающего изменение объема грунтов при замерзании и таянии.

2) В районе вечной мерзлоты Северного края увлажнение грунтов особенно велико благодаря водоупорным свойствам мерзлого слоя, однако, оно не больше чем в болотистой лесной зоне на севере без вечной мерзлоты.

3) По причине слабости растительного и снегового покрова поверхностные слои почвы в тундре Северного края весной легко сплывают, а зимой денудируются ветром, что вызывает образование голых пятен.

4) Неравномерное промерзание задернованной и обнаженной от дерна почвы и возникновение местных скоплений льда вызывает вместе с другими причинами кочковатость поверхности тундры, что может иметь вредные последствия при устройстве аэродромов, путей сообщения и пр.

5) Влажность почвы довольно резко падает при переходе от талого к вечно мерзлому слою, что дает возможность определить глубину летнего протаивания зимой, определяя влажность замерзших слоев почвы.

6) При различном строительстве в Северном крае всегда должно стремиться к наилучшему дренажу почвы, способы которого, однако, еще нуждаются в разработке для района вечной мерзлоты.

7) Для мелиорации почв с целью продвижения земледельческой культуры в пределы тундровой зоны следует применить искусственное понижение вечной мерзлоты воздействием на нее проточных вод с последующим дренажем и предохранением почвы от сильного промерзания зимой сверху.

ГЛАВА IV

1) Определение мощности вечномерзлого слоя необходимо при разнообразной практической деятельности, особенно в горной промышленности и крупном строительстве.

2) На руднике Тальбей мощность вечномерзлого грунта нами определена в 25—27 м (вместе с оттаивающим летом слоем). На руднике Воркута мощность вечномерзлого слоя больше 30 м.

3) При шахтном подземном строительстве вечная мерзлота оказывается благоприятным фактором, потому что она уменьшает надобность в креплении, ослабляет образование рудничного газа и угольной пыли, защищает от подтока вод.

4) Рассыпание на мелкие куски добытого в мерзлом состоянии угля зависит от тонких прослоек льда и наблюдается, повидимому, лишь в поверхностных пластах.

ГЛАВА V

1) По растительности можно судить не только о присутствии или отсутствии вечной мерзлоты, но нередко и о глубине летнего оттаивания, что дает возможность использовать растительность с практическими целями для предварительной ориентировки относительно почвенногрунтовых условий в районе вечной мерзлоты.

2) Соотношение между растительностью и вечной мерзлотой различно в разных районах.

3) Для лесных ассоциаций Северного края на северном их пределе характерны слабоподзолистые или подзолистоглеевые почвы и отсутствие вечной мерзлоты.

4) Кустарниковые ассоциации на дренированных грунтах южной лесотундры, если это не ивняки вдоль речек, имеют слабоподзолистоглеевые почвы с неглубокой мерзлотой.

5) Летом почвенные температуры лесов на северном пределе их сплошного распространения почти вдвое превышают соответственные температуры лесов на крайнем северном их пределе, при чем в первом случае почвенные температуры под лесами выше таких же температур на безлесных участках, а во втором наоборот.

6) Леса на крайнем пределе своего распространения ухудшают тепловые условия своих почв и тем самым способствуют разрежению древесного яруса.

7) Вырубка леса при одновременном осушении почвы в южной лесотундре может повести к понижению почвенных температур и возникновению вечной мерзлоты.

8) Мощность и площадь торфяников при переходе из лесной зоны в лесотундру уменьшаются. Они с водоразделов смещаются в долины. В типичной тундре все более или менее глубокие торфяники — реликтовые и в настоящее время сильно денудируются.

9) Желательно исследование торфяных запасов тундры на предмет использования их для топлива, но при этом следует иметь в виду, что эти запасы несравненно меньше, чем в лесной зоне и качество торфа тундровых торфяников плохое (преимущественно торф низинных болот). Летнее оттаивание в них не глубже 50—60 см, что очень затруднит добычу торфа (фрезерный торф?). Сушка мокрого торфа по причине непродолжительного и холодного лета также будет затруднена.

10) В окрестностях рудника Тальбей (северная лесотундра) наиболее высокая вечная мерзлота, если исключить торфяники, находится под растительными ассоциациями крупнокочковатой, пятнистой, кустарничково-лишайниковой и лишайниковой тундрой (в середине августа около 150 см). Почва глубже оттаивает под мелкокустарниковой тундрой (около 200 см) и мерзлота отсутствует под ивняками.

11) В окрестностях рудника Воркута (типичная тундра) наблюдается то же соотношение, но глубина оттаивания несколько меньше.

12) Почвы лесотундры и типичной тундры Северного края принадлежат преимущественно к слабо- и скрытоподзолистоглеевым.

13) Для огородных культур в лесотундре Северного края наиболее пригодны прибрежные дренированные супеси под лесами и несколько менее пригодны пологие склоны с песчанистыми грунтами из-под мелкокустарниковой тундры. Огородные культуры в типичной тундре, особенно на глинистых почвах, вероятно, невозможны без парников.

14) На границе вечномерзлого слоя резко падает содержание гумуса и глинистость породы; эти признаки позволяют зимой определить глубину наибольшего летнего оттаивания.

СПИСОК ЦИТИРУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Аболин, Р. И. 1913. Постоянная мерзлота грунтов и ископаемый каменный лед. Зап. Читинск. отд. Русск. геогр. общ., IX, стр. 19—108.

Аболин, Р. И. 1929. Геоботаническое и почвенное описание Лено-Вилюйской равнины. Академия Наук СССР. Труды Ком. по изуч. Якутск. АССР, X.

Андреев, В. Н. 1931. Растительность тундры Северного Канина. Оленьи пастбища Северного края. Архангельск, стр. 5—85.

Берг, Л. С. 1927. Основы климатологии. М.-Л.

Берг, Л. и Игнатов, П. 1901. Соленые озера Селеты-Денгиз, Теке и Кызыл-как Омского уезда. Зап. Зап.-сиб. отд. Русск. геогр. общ., XXVIII.

Вильд, Г. 1882. О температуре воздуха в Российской империи. СПб.

Воейков, А. И. 1889. Снежный покров, его влияние на почву, климат и погоду. Зап. Русск. геогр. общ. по общ. географии, XVIII, № 2.

Войслав. 1891. О новейших исследованиях причин пучения железнодорожного полотна и о мерах к их устранению. Изв. Собрания инженеров путей сообщения, XI, стр. 292—321.

Высоцкий, Г. Н. 1905. „Глей". Почвоведение, VII, стр. 291—327.

Городков, Б. Н. 1924. Западно-сибирская экспедиция Росс. Академии Наук и Русск. геогр. общ. Природа, № 7—12, стр. 1—32.

Городков, Б. Н. 1928. Крупнобугристые торфяники и их географическое распространение. Природа, XVII, стр. 599—601.

Городков, Б. Н. 1929. Безлесие тундры. Природа, № 3, стр. 219—240.

Городков, Б. Н. 1930. Вечная мерзлота и растительность. Академия Наук СССР. Ком. по изуч. ест. произв. сил Союза. Материалы, № 80, стр. 135—156.

Городков, Б. Н. 1932. Почвы Гыданской тундры. Академия Наук СССР. Труды Полярн. ком., 7, стр. 1—78.

Григорьев, А. 1924, I. Полярная граница древесной растительности в Большеземельской и некоторых других тундрах... Землеведение, XXVI, I—II, стр. 72—92.

Григорьев, А. А. 1924, II. Геология и рельеф Большеземельской тундры и связанные с ними проблемы. Труды Сев. научн.-промысл. экспед., 22.

Григорьев, А. А. 1925, I. Почвы субарктических тундр и лесотундр Евразии в связи с наблюдениями в Большеземельской тундре в 1921 году. Почвоведение, XX, стр. 5—32.

Григорьев, А. А. 1925, II. Типы тундрового микрорельефа субарктической Евразии, их географическое распространение и генезис. Землеведение, XXVII, 1—II, стр. 5—24.

Григорьев, А. А. 1930. Вечная мерзлота и древнее оледенение. Академия Наук СССР. Ком. по изуч. ест. произв. сил Союза. Материалы, № 80, стр. 43—104.

Датский, Н. Г. 1931. О выпучивании столбов. Центр. инст. науч. иссл. и реконстр. ж.-д. пути НКПС. Вечная мерзлота и железнодорожное строительство, М., стр. 119—146.

Дедов, А. А. 1931. Оленьи пастбища Тиманской тундры. Оленьи пастбища Северного края. Архангельск, стр. 86—135.

Драницын, Д. 1912. К вопросу о расчленении подзолистой зоны в связи с некоторыми данными по распределению почв в Зап. Заангарьи. Почвоведение, XIV, № 3, стр. 25—42.

Драницын, Д. 1914. О некоторых зональных формах рельефа крайнего севера. Почвоведение, XVI, № 4, стр. 21—68.

Драницын, Д. 1916. Северно-Енисейская экспедиция. Предв. отч. об орган. и исполн. работ по исслед. почв Азиатск. России в 1914 г., П., стр. 5—19.

Евдокимов-Рокотовский, М. И. 1931. Постройка и эксплоатация инженерных сооружений в вечной мерзлоте. Томск.

Житков, Б. М. 1913. Полуостров Ямал. Зап. Русск. геогр. общ. по общ. географии, XLIX.

Завалишин, А. А. 1928. Несколько наблюдений к познанию почв с близким глеевым горизонтом. Сборник памяти К. Д. Глинки, Л., стр. 45—90.

Кац, Н. Я. 1928. О типах олиготрофных сфагновых болот Европейской России и их широтной и меридиональной зональности. Труды Ботан. научно-иссл. инст. при Физ.-мат. фак. 1-го Моск. Гос. унив.

Качинский, Н. А. 1927. Замерзание, размерзание и влажность почвы в зимний сезон в лесу и на полевых участках. Труды Научн.-иссл. инст. почвовед. при Физ.-мат. фак. 1-го Моск. Гос. унив.

Келлер, Б. А. 1914. По долинам и горам Алтая. Труды почв.-бот. эксп. по иссл. колониз. районов Азиатск. России, II. Ботан. иссл. 1910, 6.

Керцелли, С. В. 1911. По Большеземельской тундре с кочевниками. Архангельск.

Колосков, П. И. 1925. Климатические основы сельского хозяйства Амурской губернии. Благовещенск.

Колосков, П. И. 1930. К вопросу о тепловой мелиорации в областях вечной мерзлоты и глубокого зимнего промерзания почвы. Академия Наук СССР. Ком. по изуч. ест. произв. сил Союза. Материалы, № 80, стр. 201—231.

Крашенинников, И. 1913. К характеристике ландшафтов восточного Забайкалья. Землеведение, XX, стр. 1—105.

Кузенева, О. И. 1911. Эволюция болотных формаций Амурской области и опыт их классификации. Почвоведение, XIII, № 2, стр. 67—91.

Кузнецов, Н. И. 1916. Растительность Енисейской лесотундры. Предв. отчет о ботан. иссл. в Сибири и в Туркестане в 1914 г., П., стр. 1—29.

Кулик, Н. А. 1914. Поездка в Большеземельскую тундру летом 1910 г. Труды Общества землеведения при СПб. унив., III, стр. 77—98.

Лебедев, А. Ф. 1930. Почвенные и грунтовые воды. М.-Л.

Львов, А. В. 1916. Поиски и испытания водоисточников водоснабжения на Западной части Амурской жел. дор. Иркутск.

Любимов, 1897. Пучины на железных дорогах и меры к их устранению. СПб. Текст (1897), таблицы (1898).

Маландин, Г. 1926. Влияние низких температур и других факторов на полотно дороги и грунт. Почвоведение, XXI, № 2, стр. 165—167.

Мальченко, Е. В. 1930. Климатические условия в районе мерзлоты. Академия Наук СССР. Ком. по изуч. ест. произв. сил Союза. Материалы, № 80, стр. 105—134.

Маркус, Э. А. 1922. Подзолисто-болотные почвы средней части Кольского полуострова. Работы Кольск. почв.-бот. отряда Сев. научн.-пром. экспедиции, организ. Геогр. инст. в 1920 году, II.

Миддендорф, А. 1862. Путешествие на север и восток Сибири. I, 3; 1867, IV.

Никифоров, К. 1912. О некоторых динамических процессах в почвах в области распространения почвенной мерзлоты. Почвоведение, XIV, № 2, стр. 49—73.

Паллас, П. С. 1788. Путешествие по разным провинциям Российского государства, III, 1.

Пархоменко, С. Г. 1928. Отчет о поездке в Вилюйский округ. Академия Наук СССР. Матер. Ком. по изучению Якутск. АССР, 14.

Пархоменко, С. 1931, I. Проблема Урало-Кузнецкого комбината и явления мерзлоты. Советская Азия, № 3—4, стр. 116—118.

Пархоменко, С. 1931, II. Мерзлота и постройка Тунгусской культбазы. Советский Север, № 1, стр. 89—96.

Пенин, М. 1931. Постройка деревянных зданий на вечной мерзлоте. Советский Север, № 10, стр. 85—88.

Перфильев, И. А. 1928. Материалы к флоре островов Новой Земли и Колгуева. Архангельск.

Подьяконов, С. А. 1905. Наледи Восточной Сибири и причины их возникновения. Изв. Русск. геогр. общ., XXXIX, стр. 305—337.

Поле, Р. 1906. О лесах северной России, СПб.

Поле, Р. 1910. Программа для ботанико-географического исследования тундры. Программы для ботанико-географических исследований, 2, СПб., стр. 29—65.

V Поле, Р. Р. 1915. Материалы для познания растительности северной России. Труды Ботан. сада Петра Великого, XXXIII, 1.

Полынов, Б. 1910. О „вечной“ мерзлоте и о формах льда и снега, переживающих лето, в Амурской области. Землеведение, XVII, 3, стр. 35—48.

Прасолов, Л. И. 1911. О „вечной“ мерзлоте в степной полосе Забайкалья. Почвоведение, XIII, № 4, стр. 33—57.

Прохоров, Н. И. 1911. Амуро-Гилюйский район Амурской области. Предварительный отчет об организ. и испол. работ по исслед. почв Азиатск. России в 1910 г., СПб., стр. 34—39.

Прохоров, Н. И. 1912. Северная часть Амурской области. То же, 1911, стр. 45—50.

Руднев, Д. 1906. Предварительный отчет о Большеземельской экспедиции 1904 г. Изв. Русск. геогр. общ., XLI, стр. 571—584.

Самбук, Ф. В. 1931. Методика маршрутных исследований тундровых пастбищ. Академия Наук СССР. Труды Полярн. ком., 6.

Сергеев, С. Ф. 1929. Замерзание и размерзание почвы, использование ею осадков осени, зимы и весны. Журн. Опыт. агрономии юго-востока, VII, 1, стр. 17—52.

Серебровский, А. П. 1931. Золотопромышленность С.-А. Соединенных Штатов, М.-Л.

Скворцов, Е. Ф. 1930. В прибрежных тундрах Якутии. Академия Наук СССР. Труды Ком. по изуч. Якутск. АССР, XV, стр. 1—244.

Сукачев, В. Н. 1911. К вопросу о влиянии мерзлоты на почву. Изв. Академии Наук, стр. 51—60.

Сумгин, М. 1927. Вечная мерзлота почвы в пределах СССР. Владивосток.

Сумгин, М. И. 1930. Современное положение исследования вечной мерзлоты в СССР. Академия Наук СССР. Ком. по изуч. естеств. произв. сил Союза. Материалы, № 80, стр. 1—41.

Сумгин, М. И. 1931, I. Условия почвообразования в области вечной мерзлоты. Почвоведение, XXVI, № 3, стр. 5—17.

Сумгин, М. И. 1931, II. Вечная мерзлота. Л.

Танфильев, Г. И. 1903. Главнейшие черты растительности России. СПб.

Танфильев, Г. И. 1911. Пределы лесов в Полярной России. Одесса.

Финк, О. И. 1931. Устойчивость сооружений в условиях глубокого промерзания почвы. Центр. инст. научн. исслед. и реконстр. ж.-д. пути НКПС. Вечная мерзлота и железнодорожное строительство. М., стр. 62—107.

Хвольсон, О. Д. 1912. Курс физики, III, изд. 3, СПб.

Хондажевский, Н. К. 1880. Зимнее исследование нагорного берега Иртыша от Тобольска до Самарова и северных тундр между Обскою губою и Сургутом. Зап. Зап.-сиб. отд. Русск. геогр. общ., II, стр. 1—32.

Цытович, Н. А. 1928. К вопросу расчета фундаментов сооружений, возводимых на вечной мерзлоте. Научно-исслед. работы Гос. Инст. по проект. новых металлозаводов, 2.

Шалабанов, А. А. 1903. Пропускает ли воду мерзлая почва? Почвоведение, V, стр. 269—274.

Штукенберг, В. 1885. Заметка о пучинах на железных дорогах и о мерах для уничтожения их. Инженер, IV, 10, стр. 81—110.

Шульц, А. И. и Красный, М. Я. Ред. 1929. Мезенская экспедиция. Управление лесами НКЗ РСФСР. Труды лесоэкономических экспедиций, I, М.

Ясинский, Ф. С. 1891. О новейших исследованиях причин пучения железно-дорожного полотна и о мерах к их устранению. Изв. Собрания инженеров путей сообщения, XI, стр. 292—321.

Ячевский, Л. 1889. О вечно мерзлой почве в Сибири. Изв. Русск. геогр. общ., XXV, стр. 341—355.

Ячевский, Л. 1894. Заметка о геотермических наблюдениях в Сибири. Зап. СПб. минерал. общ., II сер., 31.

Baer, K. E. von. 1838. Recent Intelligence upon the Frozen Ground in Siberia. The Journal of the Royal Geographical Society of London, 8, p. 401—406.

Baer, K. E. 1885. Kurzer Bericht über wissenschaftliche Arbeiten und Reisen. Beiträge zur Kenntnis des Russischen Reiches, IX, 2.

Dobrowolski, A. B. 1923. Historja naturalna lodu. Warszawa.

Elton, C. S. 1927. The Nature and Origin of Soil-Polygons in Spitsbergen. Quarterly Journal of the Geological Society, LXXXIII, 1, p. 163—194.

Fries, Th. 1913. Botanische Untersuchungen im nördlichsten Schweden. Vetensk. och prakt. undersökningar i Lappland, Uppsala.

Frödin, J. 1913. Beobachtungen über den Einfluss der Pflanzendecke auf die Bodentemperatur. Lunds Universitets Årsskrift, Ny följd. Avd. 2, VIII, № 9.

Frödin, J. 1918. Über das Verhältnis zwischen Vegetation und Erdfliessen in den alpinen Regionen des Schwedischen Lappland. Lunds Universitets Årsskrift, Ny följd. Avd. 2, XIV, № 24, S. 3—30.

Hamberg, A. 1907. Die Eigenschaften der Schneedecke in den Lappländischen Gebirgen Naturwiss. Untersuch. des Sarekgebirges in Schwedisch-Lappland, I, Abt. III, 1, Stockholm.

Hamberg, A. 1916. Zur Kenntnis der Vorgänge im Erdboden beim Gefrieren und Auftauen sowie Bemerkungen über die erste Kristallisation des Eises in Wasser. Geologiska Förhandlingar, XXXVII, S. 583—619.

Högbom, B. 1914. Über die geologische Bedeutung des Frostes. Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsala, XII, p. 257—390.

Johansson, S. 1914. Die Festigkeit der Bodenarten bei verschiedenem Wassergehalt. Sveriges Geologiska Undersökning. Årsbok 7, № 3.

Pohle, R. 1903. Pflanzengeographische Studien über die Halbinsel Kanin. Труды СПб. ботан. сада, XXI, стр. 19—130.

Pohle, R. 1917. Wald- und Baumgrenze in Nord-Russland. Zeitschr. der Ges. für Erdkunde zu Berlin, S. 205—229.

Pohle, R. 1918. Beiträge zur Kenntnis der westsibirischen Tiefebene. Zeitschr. der Ges. für Erdkunde zu Berlin, № 1/2, S. 1—48.

Rübel, E. 1928. Lichtklima und Lichtgenuss. Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, herausg. von E. Abderhalden, XI, 4, S. 233—292.

Schmidt, F. 1872. Wissenschaftliche Resultate der zur Aufsuchung eines angekündigten Mammuthcadavers von der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften an den Unteren Jenissei ausgesandten Expedition. Mém. de l'Acad. des Sciences de St.-Pét., VII sér., XVIII, № 1.

Schostaкowitsch, W. B. 1927. Der ewig gefrorene Boden Sibiriens. Zeitschr. der Ges. für Erdkunde zu Berlin, № 7/8, S. 394—427.

Schrenk, A. G. 1848. Reise nach dem Nordosten des europäischen Russlands. Dorpat.

Soczawa, V. 1930. Das Anadyrgebiet. Zeitschr. der Ges. für Erdkunde zu Berlin, № 7/8, S. 241—263.

Sumgin, M. 1929. Über die ewige Gefrornis des Bodens. Zeitschr. der Ges. für Erdkunde zu Berlin, N. 1/2, S. 27—32.

Vierhapper, F. 1927. Regionale Moorforschung in Europa. Österreich. Botan. Zeitschr., LXXVI, S. 138—151.

Wagner, F. 1883. Untersuchungen über das relative Wärmeleitungsvermögen verschiedener Bodenarten. Forschungen auf dem Gebiete der Agrikultur-Physik, herausg. E. Wollny, VI, S. 1—51.

B. N. GORODKOV

PERMANENTLY FROZEN SOILS IN THE NORTHERN REGION

Summary

In summer 1931, the Author performed a trip to the river Ussa, a tributary of the Petsora, to the purpose of studying the permanently frozen soils in the region of Talbey coal-mines on the river Adzva, and of Vorkut-mine on the river bearing the same name.

The southern boundary of frozen soil in the mineral substratum not protected by thick turf cover crosses the river Adzva 25 km from its mouth and the Ussa some 10 km southward of the village Fion-pian. Spots of frozen soil are also being observed semewhat southward from the said boundary, in rugged turf-moors, the latter thus being characteristic for the border of permanently frozen grounds. In the south, the turf-moors become more level and frozen throughout their extent.

The depth of the summer melting in frozen soil depends upon several causes — the thermic conductivity of grounds, their humidity, the thickness of snow cover, the character of vegetation, the presence of running water a. s. o. In the surroundings of Talbey-mine soils are melting in summer to the depth of 150—200 cm in average, and at Vorkut-mine as deep as 100—

150 cm, yet at some places frozen soils totally disappear under the action of running water. In autumn, the freezing of humid ground including permanently frozen soils occurs from above only, no ascending motion of freezing being observed thanks to the action of great latent heat of ice melting and of caloric capacity of ground waters. For this reason neither the supposed tension of the tundra soil layer occurs on freezing, nor the expansion on the surface of semi-liquid soil as consequence of the former phenomenon.

The humidity of grounds within the area of frozen soils of the Northern region is great, yet no greater than in the swampy forest zone devoid of frozen soils. The excessive humidity of surface layers of clayey soils where the plant cover is scanty, calls forth the solifluction on slopes and bare spots as its result. Other causes still more contributing to the appearance of so-called spotted tundra are the wind erosion in winter and the soaking of plant cover in lower places, in spring. The soil humidity is lowering rather suddenly when passing from thawing soil to the frozen layer.

The definition of the thickness of the permanently frozen layer at Talbey-mine has shown that it is reaching the depth of 25—27 m, while at Vorkut-mine the frozen crust is over 30 m thick.

The vegetation may be helpful for preliminary depth definition of melting. In forest-tundra, permanently frozen soil is lacking under wood-spots in drained sandyish areas along the river valleys as well as in cavities on hillock slopes, where permanently frozen soil is being destroyed by running ground waters. The soil temperatures in woods at the northern boundary of their continuous distribution are almost twice as high as those on the northern border of forest-islands, the soil temperatures below the woods being in the former case higher than below the areas devoid of forests and, inversely, in the latter case. Thus, the woods on their utmost limit are to the prejudice of the temperature conditions of soil, thus contributing to the rarefaction of the growth, single trees drying away. After clearing and destroying of moss cover the soil temperatures are rising and the woody undergrowth becoming able of developing.

The highest summer level of frozen soil is reached in turf-moors which in the tundra zone are of no wide extent and are actually in decay. All the deepest turf-moors are relicts; their development, as is seen from the study of plant remains in turf, is referring to the last postglacial xerothermic period.

In the vicinity of Talbey-mine (northern forest-tundra), the soil is least melting below the plant associations ot the open tundra, it is sinking under shrub-growth and lacking below willows. The same correlation is being observed in the vicinity of Vorkut-mine (typical tundra), the depth of melting being only somewhat less.

The soils of the forest-tundra and those of the typical tundra in the Northern region belong mainly to feebly and potentially podzolic ones.

